

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

no Campus Rio Pomba
do IF Sudeste MG

Contribuições para a Zona da Mata Mineira



INSTITUTO FEDERAL
Sudeste de Minas Gerais

Campus
Rio Pomba

Organizadores:

André Narvaes da Rocha Campos
Sérgio de Miranda Pena
Larissa Mattos Trevizano
Franciano Benevenuto Caetano
Lenice Alves Moreira
Luciana Narciso de Mattos

1ª Edição

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais -
Campus Rio Pomba
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação

**Ciência e Tecnologia no *Campus* Rio Pomba do IF Sudeste
MG: contribuições para a Zona da Mata Mineira**

Organizadores:

André Narvaes da Rocha Campos
Sérgio de Miranda Pena
Larissa Mattos Trevizano
Franciano Benevenuto Caetano
Lenice Alves Moreira
Luciana Narciso de Mattos

1ª Edição

IF Sudeste MG
Rio Pomba/MG
2016

Direitos de Publicação Reservados ao IF Sudeste MG
E-book – ISBN: 978-85-65175-09-8

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – *Campus* Rio Pomba
Reitor: Paulo Rogério Araújo Guimarães
Diretor Geral do *Campus* Rio Pomba: Arnaldo Prata Neiva Júnior

Revisão Linguística: Lenice Alves Moreira
Normalização Bibliográfica: Ana Carolina Souza Dutra
Editoração Eletrônica: Lidiane Aparecida Silva de Souza
Capa: Anderson Caetano Magalhães

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Jofre Moreira – IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba.
Bibliotecária: Ana Carolina Souza Dutra CRB 6 / 2977

C569 Ciência e Tecnologia no *Campus* Rio Pomba do IF Sudeste MG: contribuições para a Zona da Mata Mineira./ organizadores André Narvaes da Rocha Campos et al. – Juiz de Fora, IF Sudeste MG, 2016.

205 p. : il.
ISBN: 978-85-65175-09-8

1. Pesquisa - Inovação 2. Educação Tecnológica 3. Desenvolvimento Regional. I. Campos, André Narvaes da Rocha. II. Pena, Sérgio de Miranda. III. Trevizano, Larissa Mattos. IV. Caetano, Franciano Benevenuto. V. Moreira, Lenice Alves. VI. Mattos, Luciana Narciso. VII. Título.

CDD:370.7

Sumário

APRESENTAÇÃO	1
AUTORES	2
CAPÍTULO 1 - UTILIZAÇÃO DOS FRUTOS DA PALMEIRA JUÇARA (EUTERPE EDULIS MARTIUS) COMO ESTRATÉGIA PARA CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE E ALTERNATIVA DE RENDA PARA O MUNICÍPIO DE RIO POMBA, MINAS GERAIS	6
CAPÍTULO 2 - PLANTAS DE COBERTURA DO SOLO E SUA ATIVIDADE ALELOPÁTICA COMO ESTRATÉGIA NO MANEJO DE PLANTAS ESPONTÂNEAS	26
CAPÍTULO 3 - USO DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE CRIATÓRIOS DE ANIMAIS NA AGROPECUÁRIA	49
CAPÍTULO 4 - ANÁLISE DAS MATRIZES CURRICULARES DOS CURSOS DE ADMINISTRAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO FEDERAIS DO ESTADO DE MINAS GERAIS	65
CAPÍTULO 5 - EFEITO DA MICROBIOTA PSICOTRÓFICA E MESOFÍLICA CONTAMINANTE DO LEITE CRU E PASTEURIZADO NA QUALIDADE DO LEITE UHT 89	
CAPÍTULO 6 - DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS A PARTIR DOS FRUTOS DA PALMEIRA JUÇARA (<i>EUTERPE EDULIS MARTIUS</i>)	112
CAPÍTULO 7 - REDUÇÃO DE SÓDIO EM ALIMENTOS	123
CAPÍTULO 8 - TRANSFORMAÇÕES LINEARES: UM TEXTO PARA LICENCIATURA EM MATEMÁTICA	146
CAPÍTULO 9 - OVOS DE CODORNA E DE GALINHA: PESQUISAS SOBRE A QUALIDADE E O INCENTIVO AO CONSUMO DESTES NOBRES ALIMENTOS	167
CAPÍTULO 10 - A EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA NO IF SUDESTE MG - CAMPUS RIO POMBA: EXPERIÊNCIAS, REFLEXÕES E PERSPECTIVAS	192

APRESENTAÇÃO

Como forma de dar publicidade às pesquisas realizadas e de incentivar os pesquisadores do *Campus* Rio Pomba do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG), a Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação tem a satisfação de apresentar a obra “Ciência e Tecnologia no *Campus* Rio Pomba do IF Sudeste MG: contribuições para o Sudeste de Minas Gerais”.

Seu objetivo é mostrar à sociedade as principais linhas de pesquisa desenvolvidas no *Campus* Rio Pomba, bem como os avanços obtidos até o momento. Destaca-se que a seleção dos capítulos foi realizada no VIII Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia, no ano de 2015. A escolha foi baseada na avaliação do mérito científico obtido nas apresentações orais e de pôsteres, nos níveis de ensino médio, graduação e pós-graduação, em todos os departamentos acadêmicos da unidade.

Os orientadores dos melhores trabalhos, juntamente com seus estudantes, foram convidados a contribuir com um capítulo, colocando em perspectiva os resultados obtidos em suas pesquisas. Adicionalmente, a equipe do Centro de Educação Aberta e a Distância (CEAD) foi convidada a participar devido a seus trabalhos pioneiros no estudo do ensino a distância do *Campus*. Desta forma, contamos com 44 autores de perfil muito diverso, envolvendo estudantes, docentes e técnicos administrativos, além de parceiros de pesquisa pertencentes a outras instituições.

A diversidade e a riqueza de temas apresentados nesta obra refletem a vocação e a dedicação do *Campus* Rio Pomba na atividade de pesquisa, que complementa, de forma indissociável, o ensino e a extensão. Fica o nosso agradecimento a toda equipe envolvida na organização desta obra, ao Comitê de Pesquisa e a Diretoria do *Campus* Rio Pomba pelo apoio a esta produção. Também, às agências de fomento FAPEMIG, CNPq e FINEP, que financiam nosso programa institucional de bolsas de iniciação científica, cursos de mestrado profissional e projetos de pesquisa.

Os Organizadores

AUTORES

Altair José Teixeira

Estudante de Graduação em Zootecnia do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: altair.teixeira22@hotmail.com

Ana Claudia Goulart Oliveira

Estudante de Graduação em Zootecnia do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: cacal.ana@hotmail.com

André Narvaes da Rocha Campos

Docente do Departamento de Agricultura e Ambiente do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: andre.campos@ifsudestemg.edu.br

Augusto Aloísio Benevenuto Júnior

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: augusto.junior@ifsudestemg.edu.br

Aurélia Dornelas de Oliveira Martins

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: aurelia.dornelas@ifsudestemg.edu.br

Bruno Grossi Costa Homem

Zootecnista graduado no IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: grossizoo@hotmail.com

Bruno Silva Olher

Docente do Departamento de Ciências Gerenciais do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: bruno.olher@ifsudestemg.edu.br

Patriciá Aparecida de Carvalho

Agroecóloga graduada no IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: patriciacarvalho578@gmail.com

Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto

Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG/Sudeste). E-mail: claudia@epamig.br

Cleiton de Souza Batista

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos e Técnico em Alimentos do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: cleiton.batista@ifsudestemg.edu.br

Danielle Cunha de Souza Pereira

Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos e Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos graduada pelo IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: dany.csp@gmail.com

Eliane Maurício Furtado Martins

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: eliane.martins@ifsudestemg.edu.br

Emi Rainildes Lorenzetti

Docente do Instituto Federal do Paraná - *Campus* Palmas. E-mail: emi.lorenzetti@ifpr.edu.br

Fernanda Amaral Bernardino

Jornalista do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: fernanda.amaral@ifsudestemg.edu.br

Igor Machado Ferreira

Estudante de Graduação em Zootecnia do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: igormferreira@hotmail.com

Iorrano Andrade Cidrini

Estudante de Graduação em Zootecnia do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: iorranoandrade@gmail.com

Ivy Silva Costa

Docente do Departamento de Ciências Gerenciais do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: ivy.costa@ifsudestemg.edu.br

Jean Victor dos Santos Emiliano

Laticinista e Estudante de Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: jeanvictoremiliano@hotmail.com

Jéssica Catherine de Souza Silva

Estudante de Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: jessicaatherine@bol.com.br

John Warnens Canuto

Estudante de Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: johnwarnens@gmail.com

José Manoel Martins

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: jose.manoel@ifsudestemg.edu.br

Larissa Mattos Trevizano

Docente do Departamento Acadêmico de Educação do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: larissa.trevizano@ifsudestemg.edu.br

Lidiane da Costa Santana

Zootecnista, graduada no IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: lidiane_zoo@hotmail.com

Liliane Martinez Antonow

Docente do Departamento de Matemática, Física e Estatística do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: liliane.martinez@ifsudestemg.edu.br

Luciana Narciso de Mattos

Pedagoga do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: luciana.narciso@ifsudestemg.edu.br

Maísa Fonseca Rooke

Estudante do Curso de Administração do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: maisarooke@yahoo.com.br

Marcos Barros de Paula

Docente do Departamento de Matemática, Física e Estatística do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: marcos.barros@ifsudestemg.edu.br

Marcos Luiz Rebouças Bastiani

Docente do Departamento de Agricultura e Ambiente do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: marcos.bastiani@ifsudestemg.edu.br

Marcos Pavani de Carvalho

Docente do Departamento de Matemática, Física e Estatística do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: marcos.pavani@ifsudestemg.edu.br

Mateus José Inácio de Abreu

Estudante de Graduação em Zootecnia do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: mateusjabreu@gmail.com

Maurílio Lopes Martins

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: maurilio.martins@ifsudestemg.edu.br

Michele de Oliveira Mendonça

Docente do Departamento de Zootecnia do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: michele.mendonca@ifsudestemg.edu.br

Mírian Pereira da Silva

Estudante do curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: mirianpereira.dasilva@hotmail.com

Onofre Barroca de Almeida Neto

Docente do Departamento Acadêmico de Educação do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: onofre.neto@ifsudestemg.edu.br

Paula Venâncio Alves

Estudante do curso de Agroecologia do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: paulagaudereto@gmail.com

Poliana Luz Moreira de Paula

Docente do Departamento de Matemática, Física e Estatística do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: poliana.moreira@ifsudestemg.edu.br

Ranieri Miranda Imperatori

Estudante do curso de Licenciatura em Matemática do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: ranieri_miranda@hotmail.com

Renata Cristina de Almeida Bianchini Campos

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos e Técnica de Laboratório do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: renata.campos@ifsudestemg.edu.br

Rosângela Maria Moreira

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos e Servidora Pública Estadual da Casa de Saúde Padre Damião/FHEMIG. E-mail: rosemoreira04@yahoo.com.br

Roselir Ribeiro da Silva

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: roselir.silva@ifsudestemg.edu.br

Sebastião Moreira Júnior

Laticinista e estudante do curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: sebastiao_laticinios@hotmail.com

Talita Amaral Cunha

Estudante do curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: talita.amaral93@yahoo.com.br

Wellingta Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto

Docente do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: wellingta.benevenuto@ifsudestemg.edu.br

Wildson Justiniano Pinto

Docente do Departamento de Ciências Gerenciais do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. E-mail: wildson.pinto@ifsudestemg.edu.br



CAPÍTULO 1 - UTILIZAÇÃO DOS FRUTOS DA PALMEIRA JUÇARA (*Euterpe edulis* Martius) COMO ESTRATÉGIA PARA CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE E ALTERNATIVA DE RENDA PARA O MUNICÍPIO DE RIO POMBA, MINAS GERAIS

Danielle Cunha de Souza Pereira
André Narvaes da Rocha Campos
Eliane Maurício Furtado Martins
Maurilio Lopes Martins

1. INTRODUÇÃO

Euterpe edulis Martius, popularmente conhecida como palmeira juçara, é uma espécie nativa da Mata Atlântica que produz palmito de excelente qualidade, porém a exploração extrativista ilegal levou ao esgotamento da espécie nas reservas naturais. Dessa forma, a utilização dos frutos de forma sustentável, para a elaboração de produtos alimentícios permite a difusão das sementes, retirando a mesma da lista de plantas ameaçadas de extinção.

Estudos de composição nutricional têm mostrado que a palmeira juçara é uma grande fonte de substâncias bioativas. Entretanto, faltam estudos sobre a qualidade dos frutos, bem como aceitabilidade dos produtos elaborados.

Assim, vários trabalhos vêm sendo realizados no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sudeste de Minas Gerais - *Campus* Rio Pomba, tendo por objetivo avaliar a qualidade dos frutos, além de verificar as possibilidades de uso e sua aceitabilidade na forma de produtos alimentícios.

Considerando que a palmeira juçara se trata de um produto florestal cuja procura está em ascensão, e que a mesma apresenta grande potencial econômico para as comunidades extrativistas e municípios que a cercam, é necessário que sejam definidas formas de aproveitamento sustentável. Uma dessas formas é utilizar os frutos da palmeira juçara para extração de sua polpa, a qual possui propriedades sensoriais e nutritivas semelhantes a polpa dos frutos do açazeiro, *Euterpe oleraceae*, sendo esse o seu grande potencial. Pesquisas têm mostrado que os frutos da palmeira juçara são uma grande fonte de substâncias bioativas, como a realizada por Ribeiro, Mendes e Pereira (2011) e por Pereira (2015) em dissertação de mestrado defendida no IF Sudeste MG, *Campus* Rio Pomba.

Devido a esse alto valor biológico e terapêutico, estudos têm apontado a necessidade de investigação, valorização e resgate de alimentos silvestres que, em alguns casos, podem apresentar valor nutricional superior aos comumente encontrados no mercado e se constituir em informações importantes quanto as novas fontes para a alimentação



humana, especialmente para populações que se encontram em situação de insegurança alimentar e nutricional (KINUPP; BARROS, 2008; ZUIN; ZUIN, 2008).

No entanto, faltam estudos sobre a qualidade dos frutos da palmeira juçara, bem como sobre a aceitabilidade dos produtos elaborados a nível de consumidor.

Assim, tendo em vista a importância da palmeira juçara para o ecossistema e para a população local do Município de Rio Pomba, o objetivo deste trabalho é transmitir informações sobre a qualidade dos frutos de juçara produzidos no Município de Rio Pomba, além de transmitir as várias possibilidades de uso e sua aceitabilidade na forma de produtos alimentícios.

2. PRODUÇÃO DE POLPA DE JUÇARA: BENEFÍCIOS NUTRICIONAIS E UTILIZAÇÃO NÃO PREDATÓRIA DA PALMEIRA

Nas Américas, muitas palmeiras tropicais (Arecaceae) são naturalmente abundantes e oferecem uma série de produtos florestais não-madeireiros (VEDELSØRENSEN *et al.*, 2013). *Euterpe edulis* Martius, popularmente conhecida como palmeira juçara ou palmito, é uma palmeira nativa da Mata Atlântica, com distribuição geográfica litorânea do sul da Bahia até o norte do Rio Grande do Sul (REIS *et al.*, 2000).

A palavra juçara é de origem tupi – *ii'sara* e significa “coceira; comichão”. Originalmente era usada para designar os espinhos de uma palmeira que eram utilizados como agulhas para tecer. Devido ao prurido ocasionado pelo pó que saía desta palmeira, o nome juçara lhe foi dado (OLIVER, 2005).

O palmito produzido pela palmeira juçara é um alimento nobre e apreciado, no entanto, para extração deste, é necessário o corte da palmeira. Devido ao seu grande consumo, o Brasil se tornou o maior produtor, o maior consumidor e já foi o maior exportador deste produto (IPEMA, 2008). Entretanto, de acordo com a Instrução Normativa nº 06 de 23 de setembro de 2008 (BRASIL, 2008) que define a “Lista Oficial da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção”, a juçara é uma espécie ameaçada de extinção, devido a extração ilegal do palmito (BRANCALION *et al.*, 2012), o que contribui para a aceleração do processo de extinção de outras espécies dependentes dessa palmeira. Uma forma de minimizar este problema é a valorização do uso dos frutos da palmeira juçara para extração da polpa, a qual é similar a polpa de açaí, *Euterpe oleraceae*.

A preferência atual por alimentos naturais, associada a inúmeros estudos epidemiológicos, que relatam possíveis efeitos deletérios de aditivos sintéticos para a saúde, tem contribuído para a busca de novas fontes de ingredientes naturais (VIEIRA *et al.*, 2013). Em virtude disto, a procura pela polpa da juçara está em ascensão, havendo grande aceitação



no Sul do Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil, onde é usada normalmente misturada com polpas de frutas regionais.

Inicialmente, os frutos da palmeira juçara eram consumidos na forma de suco e polpa, sendo agora também utilizados como ingrediente em muitos alimentos (FELZENSZWALB *et al.*, 2013). Visto seu sabor peculiar e alto potencial energético, eles vêm sendo utilizados para fabricação de sucos, sorvetes, iogurtes, bebidas lácteas, doces, geleias e outros produtos, contribuindo para a conquista de espaço nos grandes centros nacionais.

No entanto, os estudos sobre a utilização dos frutos da palmeira juçara, abordam predominantemente, a composição do fruto, como os realizados por Rufino *et al.* (2010), Borges *et al.* (2011), Ribeiro, Mendes e Pereira (2011), Borges *et al.* (2013), entre outros. Esses estudos demonstram o potencial de utilização desta fruta e enfatizam o alto teor de antocianinas presente nos frutos da juçara contribuindo assim para sua aceitação pelo mercado consumidor.

As antocianinas são compostos que pertencem à família dos flavonóides, responsáveis pela maioria das tonalidades de vermelho observadas em plantas. São pigmentos solúveis em água, com potencial para substituição dos corantes artificiais vermelhos (FALCÃO *et al.*, 2007; MAZZA, 2007). São quimicamente caracterizadas pelo núcleo básico flavílio (cátion 2-fenilbenzopirílio) que consiste de dois anéis aromáticos unidos por uma unidade de três carbonos e condensados por um oxigênio (MALACRIDA; MOTTA, 2006). As antocianinas são pigmentos relativamente instáveis e apresentam maior estabilidade em condições ácidas (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007; SCHWARTZ; VON ELBE; GIUSTI, 2008). Desta forma, várias tecnologias utilizadas no processamento, na conservação e no armazenamento, podem levar à degradação das antocianinas.

As antocianinas possuem efeito antioxidante e conseqüentemente protetor contra os radicais livres (VOLP *et al.*, 2008; AL-JABER; AWAAD; MOSES, 2011) formados a partir de inúmeras reações no organismo como parte do metabolismo. Devido a este efeito, muitos pesquisadores, e a própria indústrias de alimentos têm demonstrado um grande interesse por esses compostos, mostrando assim, a importância de manter tais substâncias ativas.

A ação antioxidante das antocianinas presentes nos frutos retarda o envelhecimento, aumenta as defesas do organismo, propicia melhor circulação sanguínea, protege o organismo contra o acúmulo de lipídeos nas artérias e reduz a proliferação das células leucêmicas (ROGEZ, 2000; PORTINHO; ZIMMERMANN; BRUCK, 2012). Apesar de largamente disseminadas na natureza são poucas as fontes comercialmente utilizáveis de antocianinas (MALACRIDA; MOTTA, 2006). Assim, o fruto da palmeira juçara vem surgindo como uma fonte promissora destes compostos (FALCÃO *et al.*, 2007; BORGES *et al.*, 2013).



Os estudos de comparações nutricionais mostram que a polpa dos frutos de palmeira juçara possui quantidade de nutrientes maiores que a do açaí, principalmente no tocante a quantidade de antocianinas (GUIMARÃES; MASCIGRANDE, 2011; RIBEIRO; MENDES; PEREIRA, 2011). Segundo Laderoza *et al.* (1992) e Ribeiro, Mendes e Pereira (2011), o conteúdo em antocianinas dos frutos da palmeira juçara é quatro vezes superior aos frutos do açaizeiro do norte do país, possuindo ainda quantidade de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante igual, ou mesmo, superior ao açaí.

Quanto à composição centesimal e propriedades físico-químicas, dados da literatura mostram que a polpa da juçara e a polpa do açaí diferem entre si (NASCIMENTO *et al.*, 2008; RIBEIRO; MENDES; PEREIRA, 2011). Entretanto, também é possível encontrar diferenças entre polpas da mesma espécie (COSTA *et al.*, 2012). Este fato pode estar relacionado com fatores intrínsecos e extrínsecos de cada espécie, como também pela falta de metodologia adequada para extração e seleção dos frutos usados no processamento, o que mostra a necessidade de elaboração de um processo para a extração da polpa de juçara. Esse acontecimento foi ilustrado por Fregonesi *et al.* (2010), ao analisarem polpa de açaí congelada, sendo constatado que as polpas podem ter sido elaboradas com frutos com diferentes estádios de maturação, bem como ter sido realizada a adição de diferentes volumes de água no processo de extração da polpa, fatores que influenciaram a composição centesimal do produto.

Apesar de possuírem elevada atividade antioxidante, as polpas de juçara e açaí, são perecíveis à temperatura ambiente e à refrigeração, sendo necessário o seu armazenamento sob congelamento, dificultando assim sua comercialização. Os fatores responsáveis por esta perecibilidade são a elevada carga microbiana (COSTA *et al.*, 2012) e a degradação enzimática, sendo estas responsáveis por alterações indesejáveis na polpa, levando a alterações de cor (GUIMARÃES; MASCIGRANDE, 2011), redução dos teores de antocianinas, com consequentes perdas das características sensoriais.

Para que essas alterações microbianas e enzimáticas sejam minimizadas, é necessário a padronização no processo de obtenção da polpa de juçara, possibilitando assim a obtenção de um produto homogêneo, com propriedades físico-químicas e microbiológicas estáveis.

Estudos com o fruto da palmeira juçara mostram-se promissores e de grande importância, uma vez que garantem a manutenção da polpa e asseguram sua uniformidade e qualidade, a fim de que a mesma possa ser comercializada ou utilizada para o processamento de derivados de forma segura, objetivando a saúde do consumidor. Para tanto, deve-se conhecer todas as etapas da cadeia de produção, o que envolve aspectos econômicos,



químicos e ecológicos, desde a colheita até a comercialização. Essas informações poderão subsidiar a proposição de um fluxograma de processamento adequado e eficiente.

2.1 Produção e comercialização da Juçara

De acordo com a legislação brasileira o termo açaí é atribuído ao produto extraído da parte comestível dos frutos de açazeiro (*Euterpe oleracea* Martius) após amolecimento da polpa, por meio de processos tecnológicos adequados (BRASIL, 2000). Produto semelhante ao açaí pode ser extraído dos frutos da juçara. Entretanto, os frutos desta, ainda são menos consumidos que os frutos do açazeiro do norte do país, sendo mais utilizado seu palmito como produto alimentício.

Para reverter essa situação, estratégias vêm sendo estudadas no intuito de regularizar a produção de juçara a partir de *Euterpe edulis*, seja pela inserção da espécie no Padrão de Identidade e Qualidade de *Euterpe oleracea*, ou por meio da elaboração de um documento próprio. Esta última estratégia ganha força como ferramenta de diferenciação entre os produtos, evitando a concorrência com a indústria já estabelecida na região amazônica. Para que essas estratégias tenham êxito, deve ser estimulada a utilização do termo “juçara” no lugar do termo “açaí” nos produtos elaborados com frutos de *Euterpe edulis*, pois o mesmo tem apelo socioambiental, visto a importância do consumo do fruto da palmeira juçara para o Bioma Mata Atlântica e para os agricultores dependentes desta.

Apesar da busca pela independência, a experiência comercial consolidada pelo açaí obtido de *Euterpe oleracea* vem servindo de propulsor para a obtenção da juçara, obtido de *Euterpe edulis*.

Polpa congelada e liofilizada de juçara e açaí vem sendo produzida e exportada para os Estados Unidos, Austrália, Europa e Japão desde o ano 2000 (CUNHA JUNIOR *et. al.*, 2015). Entretanto, nos últimos anos a América do Sul, com a Argentina e Chile, vem aparecendo como potenciais compradores (SEDAP, 2015). O valor da polpa exportada chegou a US\$ 17 milhões em 2012, correspondendo a cerca de 6 mil toneladas de polpa, (SEDAP, 2015), principalmente de açaí (CUNHA JUNIOR *et. al.*, 2015).

Devido aos incentivos de consumo do fruto de juçara por parte de entidades como a “Rede Juçara”, “Amável – Mata Atlântica Sustentável” e “Projeto Juçara – Meio Ambiente e Desenvolvimento Comunitário”, atualmente a procura pela polpa da juçara também está em ascensão, havendo grande aceitação no Sul do Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil. No mercado nacional, Rio de Janeiro e São Paulo já consomem cerca de 650 toneladas/mês de polpa e mais de 1.000 toneladas/mês, na forma de mix com guaraná e granola com o total comercializado para outros estados alcançando cerca de 40 mil toneladas/ano (SEDAP, 2015).



Apesar de o mercado estar em ascensão, a comercialização da polpa industrial de juçara ainda é pequena em comparação com a polpa do açaí. Isto ocorre, devido à escassez do fruto, sazonalidade, falta de padronização da polpa gerada e em virtude do próprio desconhecimento sobre o fruto da juçara. Neste contexto, estudos que abordem utilização dessa palmeira para produção de polpa auxiliam no desenvolvimento da região onde estão inseridos, pois sua comercialização de forma industrial gera emprego e renda para a região, além de contribuir para a valorização da espécie, favorecendo a sua preservação.

2.2. Características do fruto e polpa de juçara comercializados no município de Rio Pomba, Minas Gerais

2.2.1 Características do fruto de juçara

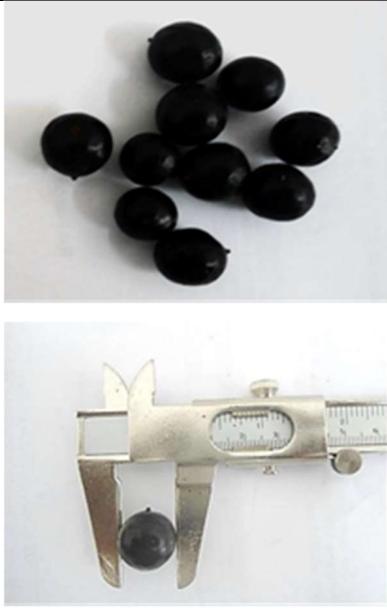
Os frutos da juçara são drupas globosas de coloração negra violácea, contendo uma única semente marrom clara arredondada, que corresponde em média a 90% do fruto (Figura 1). Os frutos são predominantemente redondos, possuindo em média 15,6 mm de comprimento, 15,0 mm de diâmetro e massa fresca de 2,41 g (Tabela 1). O pericarpo corresponde em média a 10% do fruto, nele encontra-se elevado conteúdo de compostos bioativos tais como as antocianinas.



Figura 1 – Fruto de juçara cortado em secção longitudinal.



Tabela 1 – Características físico-químicas, biométricas, colorimétrica, microbiológicas, e compostos bioativos de frutos de juçara produzidos no município de Rio Pomba, Minas Gerais

Fruto de Juçara <i>in natura</i>	Características	Valores
	pH	5,57
	Acidez total titulável, em %	0,38
	Sólidos solúveis totais, em °Brix	19,13
	Massa do fruto, em g	2,41
	Comprimento do fruto, em mm	15,60
	Diâmetro do fruto, em mm	15,00
	Rendimento em pericarpo, em %	10
	Rendimento em semente, em %	90
	Coloração para os parâmetros L*, a*, b*	15,24; +7,36 e +1,93
	Coliformes termotolerantes	5,9 x 10 ¹ NMP.g ⁻¹
	<i>Salmonella</i> sp., em 25 g	Ausência
	Capacidade antioxidante, µM eq Trolox g ⁻¹	454,15
	Antocianinas totais, em mg 100 g ⁻¹	1.261,88
	Compostos fenólicos, em mg AGE 100 g ⁻¹)	9.903,82

Dados referentes a projeto de extensão e dissertação de mestrado realizados no IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba.

Durante o desenvolvimento do fruto, o epicarpo (parte externa do fruto) é verde, passando gradativamente de verde a roxo ou negro violáceo quando maduro. O mesocarpo carnoso se encontra entre o epicarpo e o endocarpo (parte interna que reveste a semente). O endocarpo é lenhoso, envolvendo completamente a semente, quando imaturo é facilmente rompido, adquirindo consistência dura quando o fruto apresenta cor negro-violácea.

Os frutos de juçara apresentam baixa acidez, o que os tornam suscetíveis à contaminação por micro-organismos deteriorantes e patogênicos. Desta forma, torna-se necessária a acidificação da sua polpa, para impedir o crescimento microbiano.

O teor de sólidos solúveis totais varia com o estágio de maturação e condições de armazenamento e análises dos frutos.

Geralmente os frutos apresentam microrganismos mesófilos aeróbios, fungos filamentosos e levedura, e coliformes. Esta contaminação inicial se deve a baixa acidez, riqueza nutricional e a alta umidade relativa do ar e de temperatura na época da safra do fruto, que favorecem o crescimento microbiano.

O fruto possui elevada atividade antioxidante, que está correlacionada principalmente com seu conteúdo de antocianinas e demais compostos fenólicos. Para os frutos *in natura*, foram encontrados valores médios de capacidade antioxidante de 454,15 µM eq Trolox g⁻¹, pelo método ABTS (Tabela 1), valores superiores a maioria dos frutos de origem



tropical e temperada, tais como, açaí, acerola, mirtilo e jabuticaba (SANTOS *et al.*, 2008; RUFINO *et al.*, 2010; MALCHER; CARVALHO, 2011; REQUE *et al.*, 2014).

Quanto ao teor de antocianinas e compostos fenólicos, os frutos apresentam valores médios de 1.261,88 mg de antocianinas totais 100 g⁻¹ e 9.903,82 mg AGE 100 g⁻¹, respectivamente (Tabela 1), valores superiores aos encontrados por Batiston *et al.* (2013), ao analisarem compostos fenólicos do fruto de jambolão e acerola e aos encontrados por Pompeu, Barata e Rogez (2009) ao analisarem teor de antocianinas do fruto de açaí. Teor semelhante de antocianinas, foram encontrados por Brito *et al.* (2007) (1.358 mg de cianidina-3-glucosídeo 100 g⁻¹) e Teixeira *et al.* (2012) (1.347 mg de antocianinas totais 100 g⁻¹) ao analisarem fruto de juçara.

2.2.2 Características da polpa de juçara

Os frutos da palmeira juçara podem ser utilizados para extração de sua polpa, a qual possui propriedades sensoriais e nutritivas semelhantes a polpa dos frutos do açaizeiro, *Euterpe oleraceae*, sendo este o seu grande potencial. Entretanto, os frutos da juçara são menos consumidos que os frutos do açaizeiro do norte do país, sendo mais utilizado seu palmito como produto alimentício.

A fabricação de polpa de juçara é alternativa para o aproveitamento do fruto, visto a dificuldade de se consumir esse fruto *in natura*. Entretanto, durante o armazenamento podem ocorrer modificações no aspecto químico e bioquímico do produto, além da possibilidade de contaminação por micro-organismos deterioradores e patogênicos, o que inviabiliza a sua utilização e põem em risco a saúde do consumidor.

Quando processada de forma correta, a polpa de juçara mantém as características do fruto, tais como baixa acidez e pH elevado, o que torna necessária a acidificação da sua polpa, para impedir o crescimento microbiano.

A polpa de juçara não apresenta quantidades significantes de Vitamina C, visto que utilizando o método volumétrico de “Tillmans” não foi possível detectar presença da mesma em projeto de Iniciação Científica realizado no IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba. Entretanto, a polpa também mantém elevado conteúdo de antocianinas, o que possibilita a elaboração de derivados de alta qualidade (Tabela 2).

Devido à necessidade de adição de água para extração de sua polpa, que é fortemente aderida a semente, a diminuição dos sólidos solúveis totais (°Brix) (Tabela 2).



3. PROCESSAMENTO DOS FRUTOS DE JUÇARA

O processamento de frutos de juçara é etapa importante para que os produtos originados mantenham suas características físico-químicas e seus compostos bioativos. Estes frutos têm sabor relativamente insípido, quando comparado com a maioria das frutas tropicais tradicionalmente consumidas como fruta fresca, e apresentam baixo rendimento de parte comestível, uma vez que a polpa, sem a adição de água, corresponde em média, apenas 10% do peso do fruto (Tabela 1), portanto, os frutos da juçara, da mesma forma que os frutos do açaí, não são comercializados para consumo *in natura*.

Os frutos da juçara, assim como os do açaí, não são climatérios (BORGES *et al.*, 2011), visto esta característica e a similaridade entre os frutos, o ponto de colheita é determinado de forma semelhante, sendo o ponto final de maturação identificado pela coloração negra violácea. Esta mudança de coloração ocorre devido à síntese de compostos antocianínicos.

Tabela 2 : Características físico-químicas, colorimétrica, microbiológicas, e compostos bioativos de frutos de juçara produzidos no Município de Rio Pomba, Minas Gerais

Polpa de juçara	Características	Valores
	pH	4,84
	Acidez total titulável, em %	0,26
	Sólidos solúveis totais, em °Brix	4,20
	Rácio	16,15
	Umidade, em %	91,06
	Cinza, em %	0,47
	Sólidos totais, em %	8,94
	Coloração para os parâmetros L*, a*, b*	19,63,+1,93,+0,50
	Micro-organismos mesófilos aeróbios	1,1 x 10 ⁵ UFC.g ⁻¹
	Fungos filamentosos e leveduras	9,4 x 10 ¹ UFC.g ⁻¹
	Coliformes totais	2,1 x 10 ⁻¹ NMP.g ⁻¹
	Coliformes termotolerantes	< 3,0 NMP.g ⁻¹
	<i>Salmonella</i> sp., em 25 g	Ausência
	Carotenoides totais, em µg g ⁻¹ MS	0,75
	Vitamina C, em mg Vitamina C / 100 g	-
	Antocianinas totais, em mg 100 g ⁻¹	2.016,29

Dados referentes a projeto de extensão, projeto de Iniciação Científica e dissertação de mestrado, realizados no IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba.

O despulpamento da juçara pode ocorrer pelo procedimento tradicional ou artesanal, que utiliza peneiras manuais, ou pelo comercial ou industrial, que é realizado com o auxílio de despulpadoras mecânicas. Na produção industrial, após a chegada dos frutos na



unidade de processamento, ocorre a seleção dos frutos. São utilizados frutos saudáveis e maduros, de coloração negra violácea.

Os frutos vermelhos, verdes e injuriados são descartados. Após a seleção, estes são lavados em água potável e corrente. A sanitização ocorre em água clorada a 200 mg/L por 30 minutos, sendo posteriormente realizadas as operações de enxágue, intumescimento e despulpamento para a obtenção da polpa de juçara. Estas duas últimas operações são consideradas as principais para o processamento.

A temperatura e o tempo do intumescimento, etapa que consiste em embeber os frutos em água morna a fim de amolecer o mesocarpo antes do despulpamento, variam entre as empresas que processam o fruto de juçara, entretanto devem ser priorizadas temperaturas que não excedam 60°C. Como o aquecimento durante o processamento da polpa de juçara provoca a rápida destruição das antocianinas, processos que utilizam curto tempo e temperaturas mais elevadas têm sido recomendados para melhor fixação dos pigmentos (MALACRIDA; MOTTA, 2006).

A etapa final envolve o despulpamento mecânico utilizando uma despulpadora elétrica.

A despulpadora elétrica vertical de açai pode ser utilizada para o processamento do fruto da palmeira juçara. Na falta desta despulpadeira, o extrator industrial para frutos tropicais pode ser utilizado (Figura 2).



Figura 2: Processamento industrial de juçara; A – Despulpadora elétrica vertical de açai; B – Extrator industrial para frutos tropicais.

3.1. Cálculos para adição da água

A quantidade de água adicionada durante a extração da polpa vai determinar o tipo de “açai” que é produzido.

Segundo a instrução normativa N° 01, de 7 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que estabelece regulamentação para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de açai, o mesmo é classificado em: açai fino ou popular (tipo C) – entre 8 e 11 % de sólidos totais; açai médio ou regular (tipo B) – entre



11 a 14 % de sólidos totais; e açaí grosso ou especial (tipo A) – acima de 14 % de sólidos totais (BRASIL, 2000).

A adição de água em excesso durante o processamento faz com que o produto não atenda a legislação vigente, sendo necessária a remoção da água erroneamente adicionada, aumentando os custos na produção. Por outro lado, a adição de pouca água resulta em pouca extração do epicarpo e mesocarpo (polpa), diminuindo o rendimento e aumentando as perdas. Assim, a quantidade de água utilizada no processo de intumescimento representa um ponto de gestão significativo (CUNHA JUNIOR *et al.*, 2015). Como exemplo, tem-se que a utilização de 3 L de água para 4 kg de frutos permite a obtenção do açaí médio ou regular (tipo B), com a polpa apresentando entre 11 a 14% de sólidos totais (COSTA *et al.*, 2008). Entretanto, devido a fatores intrínsecos e extrínsecos, variações no teor de sólidos totais podem ocorrer, fazendo-se necessária, as análises laboratoriais.

Vale ressaltar que o açaí, produto semelhante a juçara, apenas é denominado “polpa” quando o despulpamento do fruto é feito sem adição de água e sem filtração, devendo ainda o mesmo conter no mínimo 40% de sólidos totais (BRASIL, 2000). Porém, todas as despulpadoras disponíveis no mercado necessitam de água para a extração da parte polposa do fruto, portanto, a “polpa” de juçara propriamente dita, não é um produto encontrado no mercado.

4. PERSPECTIVAS PARA O PROCESSAMENTO DA POLPA DE JUÇARA

4.1. Tecnologias para obtenção de polpa de juçara

Para que o processamento seja economicamente viável e as características do fruto sejam preservadas, é fundamental o conhecimento das propriedades físicas, químicas e microbiológicas do fruto submetido ao despulpamento. Além disso, é necessário que cada etapa do fluxograma de processamento seja conhecida e considerada individualmente, avaliando suas consequências e contribuições para o produto final.

Segundo Schwob (2012), aproximadamente, 95% de todo açaí vendido nos mercados nacional e internacional não passam por uma etapa de processamento com o objetivo de eliminação de micro-organismos patogênicos e/ou inativação das enzimas existentes na polpa, o que contribui para a redução da segurança do alimento e das propriedades alimentícias, mesmo de polpas congeladas. Devido a isto, esse mesmo autor desenvolveu um fluxograma mais adequado ao processamento do fruto do açaizeiro para obtenção da polpa, sendo adicionado ao mesmo, etapas de branqueamento e pasteurização.

Embora não existam fluxogramas preestabelecidos para obtenção de polpa de juçara, os poucos dados disponíveis na literatura foram compilados na elaboração de uma



proposta de fluxograma para a obtenção de sua polpa para utilização industrial (Figura 3). Para o sucesso do fluxograma proposto, é necessário estudos a fim de determinar a temperatura de congelamento que promova menores alterações na qualidade físico-química e nutricional dos frutos da palmeira juçara. Determinar o tempo/temperatura de intumescimento que promova menores perdas nutricionais e que mantenha o rendimento de extração de polpa satisfatório. Avaliar o efeito da acidificação da água de intumescimento com ácido cítrico a 1% a fim de evitar a oxidação das antocianinas na etapa de despulpamento e abaixar o pH para menos de 4,5 impedindo o desenvolvimento de micro-organismos veiculados a produtos de frutas e hortaliças. Avaliar o efeito de pectinases sobre a extração de polpa e compostos químicos dos frutos de juçara. Avaliar o efeito da acidificação da polpa com ácido cítrico até pH final de 3,6 a fim de evitar a degradação das antocianinas nas etapas posteriores do processamento e no armazenamento. Determinar o binômio tempo/temperatura de pasteurização que garanta um alimento seguro, com contagem microbiana reduzida e com mínimas alterações das características físico-químicas e nutricionais.

4.2. Potencial de desenvolvimento de novos produtos

O produto básico do processamento do fruto da palmeira juçara é a polpa, que pode ser classificada pela Instrução Normativa nº 1 (BRASIL, 2000) em função do teor de matéria seca. Entretanto, em virtude das propriedades nutricionais e bioativas do fruto da palmeira juçara, esta espécie vem se tornando fonte de pesquisas e uma ótima opção para desenvolvimento de novos produtos.

Alguns trabalhos na literatura reportam produtos processados utilizando a polpa de juçara como ingrediente, como o realizado por Costa *et al.* (2012) que desenvolveram iogurte com adição de polpa de juçara. Entretanto, pode-se constatar que a maioria dos produtos relatados na literatura é de origem láctea, sendo isto um empecilho na utilização por pessoas com intolerância a lactose ou por vegetarianos, além de serem poucos os produtos realmente aplicados na indústria. Grande parte dos estudos encontrados na literatura, relatam a composição do fruto, como os realizados por Rufino *et al.* (2010), Borges *et al.* (2011), Ribeiro, Mendes e Pereira (2011), Borges *et al.* (2013), entre outros, o que mostra que todo o potencial desta fruta ainda não está sendo utilizado.

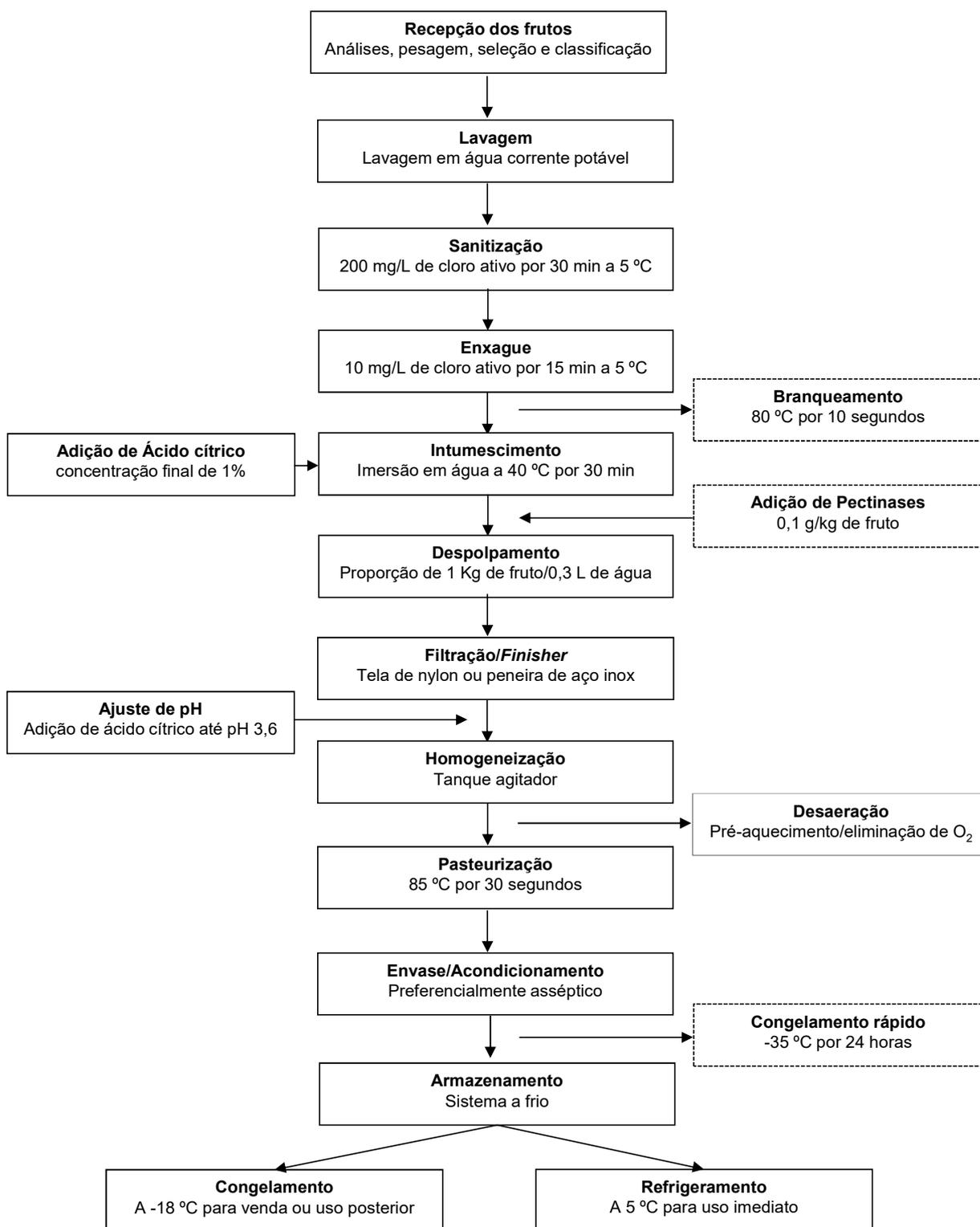


Figura 3: Fluxograma de processamento para polpa de juçara para aplicação industrial.



A partir da polpa de juçara, podem ainda ser obtidos demais produtos, conforme recomendado por Schwob (2012) para a polpa de açaí. Como exemplo, pode-se citar a juçara clarificada, que não apresenta sólidos suspensos, podendo assim ser usada por indústria de bebidas, sem o risco de obstruir os tubos capilares de enchimento e pasteurização. Também, pode-se mencionar a juçara clarificada concentrada que permite a redução dos volumes transportados, o óleo de juçara, que pode ser obtido da sobra do processo de clarificação, e as bebidas mistas (*blends*), contendo juçara e outras polpas já consolidadas, pois facilita a apresentação de uma polpa ainda pouco conhecida.

Para a fabricação de produtos desidratados, pode ser utilizada uma ampla gama de técnicas, como a liofilização, secagem por atomização, secagem em tambor, desidratação a vácuo, entre outros. Cada técnica privilegia a obtenção ou manutenção de uma determinada característica no produto final.

Recentemente, a semente do açaí começou a ser utilizado como alimento funcional que, misturado com o trigo, pode ser usado na fabricação de pães, pizzas e biscoitos. Os frutos podem ainda ser utilizados na fabricação de medicamentos, rações, corantes (SEDAP, 2015) e no tratamento de água, sendo utilizada como filtro, mesma utilização pode ser dada a semente da juçara, que pode ainda ser utilizada para o repovoamento da espécie ou como adubo.

Além dos produtos idealizados por Schwob (2012) e Sedap (2015), há outras dezenas de variações para a elaboração de novos produtos, podendo ainda ser desenvolvidos: fermentados alcoólicos, sucos, doces e geleias, dentre outros (Figura 4), conforme mostra tabela de produtos desenvolvidos no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sudeste de Minas Gerais - *Campus* Rio Pomba desde o ano de 2010 (Tabela 3).



Figura 4: Produtos elaborados com o fruto da palmeira juçara; A – Fermentado alcoólico; B – Suco tropical; C – Geleia.



Tabela 3 - Produtos desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sudeste de Minas Gerais - *Campus* Rio Pomba desde o ano de 2010

Ano de execução	Natureza do projeto	Título do projeto
2010	Pesquisa do Grupo PET – Ciências Agrárias	Desenvolvimento e avaliação de iogurte de polpa dos frutos da palmeira juçara.
2010	Pesquisa do Grupo PET – Ciências Agrárias	Desenvolvimento de bebida láctea probiótica com adição de polpa dos frutos da palmeira juçara.
2012	Iniciação Científica	Elaboração de geleias e geleiadas a base de frutos da palmeira juçara (<i>Euterpe edulis</i> Martius).
2013	Pesquisa mestrado	Desenvolvimento e caracterização de Fermentado alcoólico de juçara (<i>Euterpe edulis</i> Martius).
2014	Iniciação Científica	Desenvolvimento <i>smoothie</i> de juçara com maracujá adicionado de <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG.
2014	Iniciação Científica	Elaboração e caracterização físico-química e microbiológica de doce em pasta cremoso de juçara com abacaxi e de juçara com banana.
2014	Projeto de pesquisa	Elaboração e caracterização de iogurte <i>diet</i> e <i>light</i> adicionado de polpa dos frutos da palmeira juçara e de polpa de yacon.
2014	Projeto de pesquisa	Desenvolvimento de produtos alimentícios com apelo funcional a base de frutos de <i>Euterpe edulis</i> Martius.
2014	Projeto de pesquisa	Influência da conservação a frio de fruto de <i>Euterpe edulis</i> Martius sobre compostos bioativos e desenvolvimento de processos para obtenção de polpa e produtos alimentícios derivados.
2015	Dissertação de mestrado	Desenvolvimento de suco misto probiótico a partir dos frutos da palmeira juçara e manga Ubá utilizando pasteurização e alta pressão isostática.
2015	Dissertação de mestrado	Características físico-químicas, microbiológicas, colorimétricas e compostos bioativos de frutos de juçara armazenados em diferentes temperaturas.
2015	Iniciação Científica	Desenvolvimento e caracterização de suco tropical a base de frutos da palmeira juçara (<i>Euterpe edulis</i> Martius) e acerola (<i>Malpighia emarginata</i> D. C.).
2016	Dissertação de mestrado	Suco misto de abacaxi com juçara contendo <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG: resistência da estirpe probiótica às condições gastrointestinais simuladas em ensaio in vitro e efeito protetor sobre o desenvolvimento de lesões pré-neoplásicas em ratos Wistar.
2016	Dissertação de mestrado	Viabilidade de <i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG em suco misto probiótico de abacaxi com juçara e sobrevivência desta bactéria ao trato gastrointestinal humano.



Além dos projetos de desenvolvimento, com o intuito de utilizar os frutos da palmeira juçara de forma sustentável, têm sido pesquisados no *Campus* Rio Pomba, projetos visando às Boas Práticas Agrícolas e de Fabricação; a exemplo pode-se citar o projeto de extensão “Produção de mudas de palmeira juçara (*Euterpe edulis* Mart.) em associação micorrízica e implantação de Boas Práticas de Fabricação em estabelecimento rural do Bom Jardim - Rio Pomba, MG, que foi trabalhado em uma unidade de processamento de polpa de juçara localizada no Município de Rio Pomba (Figura 5).



Figura 5 - Projeto de extensão; A – Coleta de solo para extração de esporos de fungos micorrízicos; B – Solo acondicionado em sacos de coleta; C – Análise microbiológica de polpa de juçara comercializada por unidade de processamento em estudo.

5. CONCLUSÃO

A palmeira juçara é de grande importância para Mata Atlântica brasileira, sendo seu uso sustentável uma estratégia de conservação para este Bioma. A utilização dos frutos de juçara para o processamento de novos produtos alimentícios se caracteriza como uma atividade que busca diminuir a pressão sobre a exploração desenfreada desta espécie, além agregar valor à agrobiodiversidade vegetal negligenciada.

Foi proposto nos projetos realizados no IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba, formas de produção de mudas, fluxograma de processamento de polpa de juçara e novos produtos alimentícios. A aplicação desses projetos permitirá às indústrias trabalhar com fruto e polpa com parâmetros de qualidade estáveis, o que facilitará a elaboração de novos produtos alimentícios, aumentando seu potencial de uso. Além disso, a implementação do fluxograma proposto favorecerá a consolidação dos produtos derivados de juçara no mercado, o que redundará na conservação ambiental e na geração de emprego e renda.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sudeste de Minas Gerais - *Campus* Rio Pomba, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais



(FAPEMIG), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Embrapa Agroindústria de Alimentos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-JABER, N. A.; AWAAD, A. S.; MOSES, J. E. Review on some antioxidant plants growing in Arab world. **Journal of Saudi Chemical Society**, v. 15, p.293-307, 2011.

BATISTON, W.P.; MARUYAMA, S.A.; GOMES, S.T.M.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA, N.E. DE; MATSUSHITA, M. Total phenolic content and antioxidant capacity of methanolic extracts of ten fruits. **Acta Scientiarum**, v.35, p. 581-585, 2013.

BORGES, G. da S. C.; GONZAGA, L. V.; JARDINI, F. A.; MANCINI FILHO, J.; HELLER, M.; MICKE, G.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. Protective effect of *Euterpe edulis* M. on Vero cell culture and antioxidant evaluation based on phenolic composition using HPLC-ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 51, p. 363-369, 2013.

BORGES, G. da S. C.; VIEIRA, F. G. K.; COPETTI, C.; GONZAGA, L.V.; ZAMBIAZI, R. C.; FILHO, J. M.; FETT, R. Chemical characterization, bioactive compounds, and antioxidant capacity of jussara (*Euterpe edulis*) fruit from the Atlantic Forest in southern Brazil. **Food Research International**, v. 44, p.2128-2133, 2011.

BRANCALION, P. H. S.; VIDAL, E.; LAVORENTI, N. A.; BATISTA, J. L. F.; RODRIGUES, R. R. Soil-mediated effects on potential *Euterpe edulis* (Arecaceae) fruit and palm heart sustainable management in the Brazilian Atlantic Forest. **Forest Ecology and Management**, v. 284, p. 78-85, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 01, de 07 de janeiro de 2000. Aprova o regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 jan. 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa nº 06, de 23 de setembro de 2008. Define a Lista Oficial da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 set. 2008.

COSTA, G. N. S.; MENDES, M. F.; ARAUJO, I. O. de; PEREIRA, C. S. S. Desenvolvimento de um iogurte sabor juçará (*Euterpe edulis* Martius): avaliação físico-química e sensorial. **Revista Eletrônica TECEN**, v. 5, p.43-58, 2012.

CUNHA JUNIOR, L.C.; NARDINI, V.; KHATIWADA, B.P.; TEIXEIRA, G.H. de A.; WALSH, K.B. Classification of intact açai (*Euterpe oleracea* Mart.) and juçara (*Euterpe edulis* Mart) fruits based on dry matter content by means of near infrared spectroscopy. **Food Control**, v. 50, p. 630-636, 2015.



FALCÃO, A. P.; CHAVES, E. S.; KUSKOSKI, E. M.; FETT, R., FALCÃO, D.; BORDINGNON-LUIZ, M.T. Índice de polifenóis, antocianinas totais e atividade antioxidante de um sistema modelo de geléia de uvas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, p.637-642, 2007.

FELZENSZWALB, I.; MARQUES, M.R.C.; MAZZEI, J. L.; AIUB, C. A. F. Toxicological evaluation of *Euterpe edulis*: a potential superfruit to be considered. **Food and Chemical Toxicology**, v. 58, p. 536-544, 2013.

FREGONESI, B.M.; YOKOSAWA, C.E.; OKADA, I.A.; MASSAFERA, G.; COSTA, T.M.B.; PRADO, S. de P.T. Polpa de açaí congelada: características nutricionais, físico-químicas, microscópicas e avaliação da rotulagem. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, p. 387-395, 2010.

GUIMARÃES, D.H. P.; MASCIGRANDE, D.D. Polpas de Juçara e Açaí: diferenças reológicas em função da temperatura e teor de sólidos suspensos. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v.4, p.169-181, 2011.

IADEROZA, M.; BALDINI, V.L.S.; DRAETTA, S. E.; BOVI, M. L. A. Anthocyanins from fruits of açaí (*Euterpe oleracea* Mart) and juçara (*Euterpe edulis* Mart). **Tropical Science**, v.32, p. 41-46, 1992.

IPEMA - Instituto de Permacultura da Mata Atlântica. **Plano de Uso das Sementes de Juçara (*Euterpe edulis* Mart.) como estratégia de repovoamento da espécie no Município de Ubatuba, SP.** Mosaico da Bocaina, 2008.

KINUPP, V.F.; BARROS, I.B.I de. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, p. 846-857, 2008.

MALACRIDA, C.R.; MOTTA, S. da. Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 24, p. 59-82, 2006.

MALCHER, E. do S.L.T. **Influência da sazonalidade sobre a composição química e atividade antioxidante do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)**. 2011. 207f. Tese (Doutorado em Biodiversidade tropical). Universidade Federal do Amapá, Macapá /AP, 2011.

MAZZA, G. Anthocyanins and heart health. **Ann Ist Super Sanità**, v.43, p. 369-374, 2007.

NASCIMENTO, R.J.S. do; COURI, S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S.P. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 498-502, 2008.



OLIVER, N. **Todos os nomes do mundo - origem, significado e variantes de mais de 6000 nomes próprios**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005. p. 551.

PEREIRA, D.C. de S. **Características físico-químicas, microbiológicas, colorimétricas e compostos bioativos de frutos de juçara armazenados em diferentes temperaturas**. 2015. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2015.

POMPEU, D.R.; BARATA, V.C.P.; ROGEZ, H. Impacto da refrigeração sobre variáveis de qualidade dos frutos do açaizeiro (*Euterpe oleracea*). **Alimentos e Nutrição**, v.20, p. 141-148, 2009.

PORTINHO, J.A.; ZIMMERMANN, L.M.; BRUCK, M.R. Efeitos benéficos do açaí. **International Journal of Nutrology**, v.5, p. 15-20, 2012.

REQUE, P.M.; STEFFENS, R.S.; JABLONSKI, A.; FLÔRES, S.H.; RIOS, A. de O.; JONG, E.V. de. Cold storage of blueberry (*Vaccinium* spp.) fruits and juice: Anthocyanin stability and antioxidant activity. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 33, p. 111-116, 2014.

REIS, M.S. dos; FANTINI, A.C.; NODARI, R.O.; REIS, A.; GUERRA, M.P.; MANTOVANI, A. Management and conservation of natural populations in atlantic rain forest: the case study of palm heart (*Euterpe edulis* Martius). **Biotropica**, v.32, p. 894-902, 2000.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2007, 184p.

RIBEIRO, L. de O.; MENDES, M.F.; PEREIRA, C. de S.S. Avaliação da Composição Centesimal, Mineral e Teor de Antocianinas da Polpa de Juçará (*Euterpe edulis* Martius). **Revista Eletrônica TECEN**, v. 4, p. 5-16, 2011.

ROGEZ, H. **Açaí: Preparo, composição e melhoramento da conservação**. Belém: EDUFPA, 2000. 313 p.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. ; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.121, p. 996-1002, 2010.

SANTOS, G.M. dos; MAIA, G.A.; SOUSA, P.H.M. de; COSTA, J.M.C. da; FIGUEIREDO, R.W. de; PRADO, G.M. do. Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart). **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 58, p. 187-192, 2008.



SCHWARTZ, S.J.; VON ELBE, J.H.; GIUSTI, M. Colorantes. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. (Eds.). **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. São Paulo: Artimed, 2008. 875p.

SCHWOB, A.C. Processando o açaí com qualidade. In: PESSOA, J.D.C.; TEIXEIRA, G.H. de A. (Eds.). **Tecnologia para inovação nas cadeias Euterpe**. Brasília: EMBRAPA, 2012. 174 p.

TEIXEIRA, G. H. de A.; PESSOA, J.D.C.; LOPES, V.G.; LIMA, K.M.G. de. Tecnologia NIRS para análise dos frutos de açaizeiro e juçara. In: **Tecnologia para inovação nas cadeias Euterpe**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Brasília, DF, 2012. 174 p.

VEDEL-SØRENSEN, M.; TOVARANONTE, J.; BØCHER, P. K.; BALSLEV, H.; BARFOD, A. S. Spatial distribution and environmental preferences of 10 economically important forest palms in western South America. **Forest Ecology and Management**, v. 307, p. 284-292, 2013.

VIEIRA, G.S.; CAVALCANTI, R.N.; MEIRELES, M.A.A.; HUBINGER, M.D. Chemical and economic evaluation of natural antioxidant extracts obtained by ultrasound-assisted and agitated bed extraction from jussara pulp (*Euterpe edulis*). **Journal of Food Engineering**, v. 119, p. 196-204, 2013.

VOLP, A.C.P.; RENHE, I.R.T.; BARRA, K.; STRINGUETA, P.C. Flavonóides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. **Revista brasileira de nutrição clínica**, v. 23, p. 141-149, 2008.

ZUIN, L.F.S.; ZUIN, P.B. Produção de alimentos tradicionais contribuindo para o desenvolvimento local/regional e dos pequenos produtores rurais. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 4,, p. 109-127, 2008.



CAPÍTULO 2 - PLANTAS DE COBERTURA DO SOLO E SUA ATIVIDADE ALELOPÁTICA COMO ESTRATÉGIA NO MANEJO DE PLANTAS ESPONTÂNEAS

Marcos Luiz Rebouças Bastiani

Emi Rainildes Lorenzetti

Paula Venâncio Alves

Patrícia Aparecida Carvalho

1. INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial, a partir da segunda metade do século passado, trouxe a necessidade de intensificação e aprimoramento dos processos agrícolas para que fosse possível atender a demanda por alimentos. Muitos cultivos agrícolas milenares, dos quais era notável a soberania sobre as sementes, foram substituídos por plantas melhoradas, mais produtivas, porém menos resistentes às condições adversas que o ambiente agrícola impunha. Além disso, os agrotóxicos emergiram como tecnologias para sanidade dos cultivos, atuando no controle de pragas, doenças e no controle de plantas que eram consideradas “daninhas”.

Como resultado desta revolução agrícola, denominada mais tarde de “Revolução Verde”, as plantas respondiam com grande produção. Em paralelo a esta produção começaram a ser notados problemas de cunho socioeconômico e ambiental; verificou-se a destruição de ecossistemas naturais dando lugar à produção de alimentos nos agroecossistemas, levando a um desequilíbrio de áreas naturais, como consequência quase inerente à expansão da produção agrícola (EHLERS, 1997). Para dar suporte a esse modo de produção, grandes quantidades de agrotóxicos e adubos sintéticos passam a ser utilizados na agricultura, com a promessa de maior produtividade, reduzindo a escassez de alimentos.

As mudanças na política global com diretrizes políticas e econômicas mais voltadas para a sustentabilidade ambiental e a crescente demanda por alimentos produzidos de forma “mais limpa”, têm gerado a necessidade de desenvolvimento de técnicas alternativas para a produção de alimentos, que minimizem ou eliminem a utilização de adubos sintéticos e agrotóxicos (FONTANETTI, 2004).

Um dos principais problemas enfrentados pelos produtores rurais e que pode comprometer significativamente a produção é a competição de plantas com culturas agrícolas pelos fatores de produção vegetal ou seja, por água, espaço físico, nutrientes e luz solar. Estas plantas indesejáveis são denominadas pelos conceitos convencionais como plantas daninhas ou plantas invasoras, por prejudicarem determinadas atividades humanas



(BRIGHENTI e OLIVEIRA, 2011). Contudo, em um contexto agroecológico e compreendendo o seu papel nos agroecossistemas, como componentes importantes de interações ecológicas, serão designadas como plantas espontâneas.

Considerando que os métodos de controle de plantas espontâneas com uso de herbicidas podem ser danosos ao ambiente e à saúde humana, são necessárias alternativas ao uso de tais produtos. Há que se considerar ainda que os herbicidas são os agrotóxicos mais utilizados na proteção de cultivos. No ano de 2014 mais de 50% das vendas de agrotóxicos foi representada pelos herbicidas (FERREIRA e VEGRO, 2008).

Neste contexto, o desenvolvimento de novas técnicas de manejo com capacidade para inibir a germinação e o desenvolvimento de plantas espontâneas em áreas agrícolas é de grande importância na busca por soluções em substituição ao uso de herbicidas (CARVALHO *et al.*, 2016).

A utilização de plantas de cobertura do solo associadas à rotação das culturas anuais é uma das alternativas para o manejo sustentável dos solos. A decomposição dos resíduos culturais destas plantas favorece a ciclagem de nutrientes, a agregação, o armazenamento da água, manutenção ou incremento dos teores de matéria orgânica do solo quando comparados aos monocultivos anuais, com isso promovem efeitos positivos na fertilidade do solo (BOER *et al.*, 2007). Além desses benefícios, seu uso pode inibir a germinação e limitar o crescimento de plantas espontâneas, por meio da liberação de metabólitos secundários.

Dentre as alternativas que vêm sendo estudadas com o propósito de complementar os métodos tradicionais de manejo minimizando o uso de herbicidas, a utilização de espécies vegetais que liberam no ambiente substâncias que podem afetar o crescimento e desenvolvimento de outras plantas é uma opção. Este fenômeno é definido como alelopatia, muitas vezes reduzindo ou até mesmo inibindo totalmente o desenvolvimento de determinadas espécies espontâneas (ALMEIDA, 2014).

Segundo Rice (1984), a alelopatia é definida como qualquer efeito direto ou indireto, benéfico ou prejudicial, de uma planta ou de microrganismos sobre outra planta, mediante produção de compostos químicos que são liberados no ambiente.

A identificação de espécies vegetais com atividade alelopática ou mesmo o isolamento de princípios ativos responsáveis por esta característica, e que possam ser utilizados no controle de plantas espontâneas é um desafio contínuo para pesquisadores, sendo de grande importância, pois contribuirá para a redução acentuada no uso de herbicidas nas atividades agrícolas (Carvalho *et al.*, 2016). Compostos produzidos pelo metabolismo vegetal secundário com esta função denominados aleloquímicos, tem sido objeto de



pesquisas para no futuro, poderem ser utilizados como alternativa ao uso de herbicidas, inibindo o crescimento de plantas espontâneas (SILVA *et al.*, 2010).

O capítulo se propõe a abordar diferentes temas envolvidos no processo de manejo de plantas espontâneas propondo ao final, alternativas que poderão se utilizadas para a solução dos problemas nesta área. O conhecimento da atividade alelopática de plantas de cobertura do solo e da interação entre espécies vegetais em um agroecossistema é um passo importante para o desenvolvimento de alternativas para manejo de plantas espontâneas, visando uma agricultura sustentável.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Interferência de plantas espontâneas em atividades agrícolas

Plantas espontâneas, ou seja, plantas indesejadas naquela determinada cultura agrícola, podem reduzir a produção na agricultura aumentando custos de produção, além de causarem problemas de ordem social na saúde, áreas urbanas, de recreação e áreas não cultivadas. Além disso, estas plantas interferem na eficiência de áreas para agricultura, no manejo de pragas e doenças, na qualidade de produtos agrícolas, no manejo da água para irrigação e na eficiência do trabalho humano.

A competição da vegetação espontânea com as culturas agrícolas é uma das principais dificuldades enfrentadas por produtores rurais. As plantas espontâneas competem com as culturas agrícolas pelos nutrientes minerais, água, radiação solar e espaço físico. A competição gerada pelo desenvolvimento destas plantas em áreas de agrícolas, afeta o desenvolvimento das culturas, reduzindo a produtividade e a qualidade dos produtos de interesse (TOKURA e NÓBREGA, 2006).

Em termos médios, 30 a 40% de redução da produção agrícola mundial é atribuída à interferência das plantas espontâneas (LORENZI, 1991). De acordo com Silva *et al.* (2006), a infestação crescente de plantas espontâneas nos sistemas agrícolas é um dos principais problemas enfrentados pelos agricultores, o que conseqüentemente eleva o custo de produção por causar prejuízos às lavouras, com diminuição de produtividade, quer pela competição direta por fatores de produção ou por compostos químicos liberados no ambiente.

Diversos estudos sobre ecologia de plantas espontâneas enfatizam as características e adaptações que permitem a essas espécies, explorar nichos ecológicos que ficaram expostos em áreas cultivadas; estes trabalhos também mostram os mecanismos de adaptação que possibilitam a estas plantas, sobreviver sob condições de perturbações máximas do solo, como ocorre nos sistemas convencionais de cultivo (RIZZARDI *et al.*, 2001).



Segundo Favero *et al.* (2001), em solos degradados pela prática de agricultura intensiva é de se esperar que ocorram modificações na população vegetal com destaque para a predominância de plantas espontâneas devido à sua resistência e adaptabilidade às condições químicas, físicas e biológicas adversas do solo. A presença dessas espécies tende a dificultar o uso e o manejo do solo fazendo com que muitos agricultores adotem medidas invasivas como a prática da queimada e o uso de herbicidas.

2.2. Controle químico de plantas espontâneas

A agricultura é um segmento de grande importância para a economia, com participação expressiva no PIB nacional, contribuindo de forma decisiva para o estabelecimento de repetidos recordes na balança comercial do país.

Com a expressiva expansão da atividade agrícola a partir da década de 1970, um novo padrão de agricultura foi difundido num processo denominado de Revolução Verde. Para obter produtividades elevadas, passou-se a utilizar grandes aportes de insumos agrícolas em especial fertilizantes sintéticos, corretivos agrícolas e principalmente, os agrotóxicos: herbicidas, fungicidas, inseticidas, nematicidas e outros (PARACAMPO *et al.*, 2009; PESSANHA *et al.*, 2010). Uma outra característica ligada a Revolução Verde pouco citada é o melhoramento de espécies, fato este desencadeador das demais práticas. Nas táticas empregadas as plantas eram melhoradas com o enfoque na produção, deixando muitas vezes de lado outras características de importância, como a capacidade competitiva no ambiente (GLIESSMAN, 2001).

Esse período foi marcado por geração de conhecimentos tecnológicos destinados à atividade agropecuária do mundo todo sendo que este conhecimento foi sistematizado em forma de pacotes tecnológicos, que envolviam todos os insumos e processos necessários para a produção (GOULART, 2009).

Diante deste cenário, o Brasil passou a ser o maior consumidor mundial de agrotóxicos (LONDRES, 2011) com um consumo anual que já ultrapassou a marca de um milhão de toneladas, representando algo em torno de 5,2 kg de agrotóxicos utilizados por habitante, ao ano.

Paralelamente a esse quadro, nas últimas décadas vem-se observando uma ascendente e inegável atenção no que diz respeito aos impactos ambientais causados pela agricultura intensiva, sobretudo nos aspectos que se referem à contenção de processos de poluição da água e do solo, principalmente devido à contaminação causada por agrotóxicos (RIBEIRO JUNIOR *et al.*, 2014).

Além do crescente problema ambiental talvez mais preocupante ainda seja a resistência de determinadas plantas aos herbicidas. O primeiro relato de plantas resistentes



data de 1957, no qual *Commelina difusa* tornou-se, nos Estados Unidos, resistentes a herbicidas do grupo das auxinas (VARGAS e ROMAN, 2006). No Brasil são citados vários casos de resistência de espécies de espontâneas a herbicidas, como *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* (CHRISTOFFOLETI, 2008). A resistência na maioria das vezes associa-se ao mal manejo no uso do controle químico, com doses superiores as recomendadas, uso do mesmo princípio ativo, excesso de aplicações e más práticas de tecnologia de aplicação.

Fontanétti *et al.* (2004) relatam que o atual cenário global com diretrizes políticas e econômicas mais voltadas para a sustentabilidade ambiental e o aumento na procura por produtos agrícolas produzidos de forma “limpa”, têm gerado a necessidade de desenvolvimento de técnicas alternativas para a produção de alimentos, que minimizem ou eliminem a utilização de agrotóxicos. Outro autor relata que esse mesmo cenário trouxe como consequência um elevado número de pesquisas em busca de tecnologias menos impactantes de exploração agrícola, ou seja, a adoção de uma agricultura sustentável (PESSANHA *et al.*, 2010).

2.3. Plantas de cobertura do solo

2.3.1. Uso de plantas de cobertura do solo na agricultura

As plantas de cobertura são espécies vegetais, em sua maioria, pertencentes às famílias *Fabaceae* e *Poaceae* (leguminosas e gramíneas) que podem ser empregadas em sistema de rotação, sucessão ou consórcio com a cultura de interesse econômico, com o objetivo de diminuir a erosão e recuperar características físicas, químicas e biológicas do solo, que por sua vez, trarão à cultura em sucessão, benefícios que geralmente se refletem em maiores produtividades (BARRADAS, 2010). Essa técnica em si é baseada na introdução, em um sistema de produção, de espécies apropriadas para posteriormente, depositar sobre o solo sua biomassa.

A utilização de plantas de cobertura constitui uma boa forma para o agricultor efetuar a melhoria do solo, uma vez que é possível cultivá-las no próprio local no qual estão instalados sistemas de consórcios, ou em rotação entre culturas (SOUZA *et al.*, 2008).

As plantas de cobertura constituem um importante componente em sistemas agrícolas, facilitando a ciclagem de nutrientes, adicionando nitrogênio no caso de leguminosas e mantendo a umidade do solo após seu manejo. Diversos autores relatam que a introdução destas plantas nos sistemas de cultivos, busca obter benefícios de proteção do solo, através da manutenção dos resíduos culturais em sua superfície (WEBER e MIELNICZUK, 2009); ciclagem de nutrientes, diminuindo as perdas principalmente no período de inverno (DONEDA, 2010); melhoria nas características físicas do solo através do sistema radicular,



realizando uma escarificação biológica, aumentando a porosidade, diminuindo a compactação e melhorando a infiltração de água (NICOLOSO *et al.*, 2008) e controle de plantas espontâneas.

Segundo Nunes *et al.* (2006), algumas características são necessárias no momento da escolha das espécies a serem utilizadas, tais como: ter boa produção de biomassa, apresentarem restos culturais suficientemente resistentes à decomposição para proteção física do solo, além da disponibilização de nutrientes nos períodos de excesso ou escassez de água, resultando em benefícios para a cultura posterior.

A produção de biomassa das espécies utilizadas como cobertura do solo é decorrente das condições edafoclimáticas, fitossanitárias e do seu sistema radicular. A presença desta camada de restos culturais sobre o solo, também conhecida como cobertura morta ou “mulching”, é fundamental para o sucesso de outra tecnologia amplamente empregada nas áreas agrícolas, em todo o território brasileiro: o plantio direto na palha. Esse sistema de plantio, onde o solo não é revolvido, tem sido uma das boas alternativas para a manutenção da sustentabilidade dos recursos naturais na utilização dos solos (ANDRIOLI *et al.*, 2008). Ainda segundo estes autores, no sistema de plantio direto, o uso de plantas de cobertura é uma condição para aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, restituindo quantidades consideráveis de nutrientes aos cultivos, uma vez que essas plantas absorvem nutrientes das camadas mais profundas do solo e os liberam posteriormente na camada superficial, pela decomposição dos resíduos de sua biomassa.

A utilização destas espécies de cobertura do solo também se destaca como uma técnica capaz de promover a supressão de plantas espontâneas, além de promover melhorias físicas, químicas e biológicas do solo e também exercer importante efeito no manejo de doenças de plantas (LIMA, 2014). Assim, identificar espécies de cobertura com potencial para o sistema de plantio direto e determinar a quantidade de palha, representa uma importante estratégia de manejo integrado de plantas infestantes.

2.3.2. Plantas de cobertura do solo como adubação verde

A adubação verde conceituada como o uso de material vegetal apropriado para depositar sobre o solo ou incorporar ao mesmo (BARRADAS, 2010). De acordo com Lima e Menezes (2014), a prática da adubação verde já se consolidou entre agricultores de diferentes regiões do mundo contribuindo para a melhoria dos solos das propriedades.

As plantas que são cultivadas para adubação verde, como dito, podem ser incorporados ao solo ou deixados sobre a superfície, proporcionando, em geral, uma melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo (SOUZA e RESENDE, 2010). A atividade microbiana estimulada pelos adubos verdes leva uma maior competição entre os



microrganismos, reduzindo o potencial patogênico de determinadas espécies. (BARRADAS, 2010). Sua eficiência é comprovada também no controle de nematoides em áreas agrícolas, através da utilização de plantas específicas, situação para as quais nematicidas em grande maioria, não demonstraram ser eficientes. Também para as plantas espontâneas resíduos de adubos verdes são benéficos como na liberação de compostos alelopáticos que inibem a germinação e/ ou desenvolvimento de espécies espontâneas ou mesmo na quebra dos ciclos de desenvolvimento

Além da possibilidade de melhoria e/ ou conservação do solo e da matéria orgânica, as plantas de cobertura e adubação verde podem ainda promover consideráveis aumentos de rendimentos nas culturas subsequentes, pelas melhorias químicas – principalmente em relação ao nitrogênio, apresentando também significativa viabilidade econômica por permitirem melhor aproveitamento e redução da adubação mineral nos cultivos ao longo dos anos (CALEGARI *et al.*, 2006).

2.3.3 Plantas de cobertura do solo no manejo de plantas espontâneas

Segundo Araujo *et al.* (2007) o uso de plantas de cobertura para controle de plantas espontâneas pode ser adotado como método complementar dentro da estratégia de manejo integrado, ou seja, a utilização destas espécies de cobertura do solo para supressão de plantas infestantes pode ser ainda mais eficiente quando associado a outros métodos de controle que podem ser culturais, mecânicos e biológicos; desta forma, pode-se reduzir ou até eliminar a aplicação do controle químico, via aplicação de herbicidas.

Kliwer (2006) relata que plantas de cobertura do solo controlam as plantas espontâneas de três formas principais: pela competição que realizam por água, nutrientes e luz durante seu crescimento, pelo efeito inibitório sobre a germinação de sementes e sobre o desenvolvimento de plântulas, quanto pela restrição mecânica oferecida pelos resíduos palhosos (mulching), dificultando a germinação e emergência de plantas espontâneas. Ainda segundo outros autores, a supressão da infestação de plantas espontâneas por espécies de cobertura pode ocorrer durante o cultivo destas, ou após a formação da cobertura morta (TREZZI e VIDAL, 2004).

Monquero *et al.* (2009) relatam que o uso da mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) reduziu de forma significativa a infestação de espécies como corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*) e capim-colonião (*Panicum maximum*). Estudos realizados por Erasmo *et al.* (2004) identificaram que as espécies *Crotalaria spectabilis*, *Sorghum bicolor*, *Crotalaria ochroleuca*, *Mucuna aterrima* e *Mucuna pruriens* reduziram significativamente a infestação e a massa da matéria seca das plantas infestantes *Digitaria horizontalis* e *Amarantus spinosus*; por outro lado, o *Pennisetum glaucum*, mostrou-se menos eficiente nesta inibição.



Da mesma forma diversas espécies de cobertura típicas do período de inverno, podem ser usadas para este fim, podendo-se citar a aveia preta (*Avena strigosa*), o tremoço branco (*Lupinus albus*), o nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) entre outras (CANDIAN *et al.*, 2012). Estes mesmos autores observaram que as menores infestações de plantas espontâneas foram observadas quando se utilizou o nabo forrageiro ou a aveia preta, como espécie de cobertura do solo. Outros autores observaram menores infestações de plantas espontâneas, em áreas onde se utilizou a cobertura morta do consórcio entre aveia preta+tremoço ou da aveia preta em plantios mais adensados (GOULART *et al.*, 2009).

Em trabalhos realizados por Moraes *et al.* (2010) nabo forrageiro e canola proporcionam, em geral, maiores reduções no crescimento de algumas espécies de plantas espontâneas, devido à presença da cobertura morta na superfície do solo.

Deve-se considerar que qualquer prática adotada no manejo das plantas de cobertura como escolha da variedade, espaçamento, época de plantio adequada que favoreça o aumento da produção de fitomassa a ser deixada sobre o solo e o volume de solo ocupado pelo sistema radicular destas espécies, auxiliará na competição com as plantas espontâneas (SOUZA e REZENDE, 2010). De acordo com Oliveira *et al.* (2002), a quantidade de plantas espontâneas decresce linearmente com o aumento da quantidade de biomassa na superfície do solo, podendo ser uma prática auxiliar no controle de plantas espontâneas.

2.4. Alelopatia entre plantas

Não é de hoje que a ciência busca entender as causas e os efeitos do fenômeno de interferência que plantas ou outros organismos exercem sobre outros indivíduos num mesmo ecossistema. Há relatos de que Teofrasto (300 a.C.) teria sido um dos primeiros a observar a capacidade que certas espécies de plantas possuem em interferir no metabolismo de plantas de outras espécies. Cerca de três séculos mais tarde, esse relato foi citado nos trabalhos de Plínio (1 d.C.), ao observar que restos de plantas de cevada (*Hordeum vulgare*) e feno-grego (*Trigonella foenum-graecum*) deixados na superfície do solo entre as safras, interferiam no crescimento e produção de culturas em sucessão, nestas áreas de cultivo (WEIR *et al.*, 2004). Augusto de Candole expõe a primeira teoria sobre a interferência estudando entre outras plantas as raízes de feijão, citando que além da absorção, as raízes teriam a função de excreção de substâncias tóxicas a outras plantas (HARBORNE, 1993). No decorrer da história somaram-se diversos trabalhos nos quais observou-se os efeitos destas interferências entre plantas (FÉLIX, 2011; CARPANEZZI, 2009).

Segundo a teoria evolucionista de Darwin, as plantas em sua evolução desenvolveram mecanismos diferentes de defesa contra outras plantas, competindo por luz e nutrientes, podendo estar presentes nos mais diferentes ecossistemas (HARBORNE, 1993).



Contudo, criaram mecanismos de defesa, próprios ou ligados ao ambiente, que permitem sua sobrevivência diante das mais diversas injúrias. Nos agroecossistemas é o produtor que causa o maior impacto sobre o ambiente de desenvolvimento das plantas, alterando e ajustando o ambiente físico e biológico às necessidades da cultura (GLIESSMAN, 2001).

Em 1937, Molisch cunha o termo alelopatia; este termo advindo do grego significava prejuízo mútuo, não contemplando, em seu significado, possíveis efeitos benéficos que poderiam ocorrer nas interações entre as plantas.

Rice (1984) em seus trabalhos ao longo de vários anos, apresentou um estudo mais detalhado do fenômeno alelopático e seus efeitos; definindo alelopatia como qualquer efeito direto ou indireto, danoso ou benéfico, que uma planta ou microrganismo exerce sobre a outra pela produção de compostos químicos liberados no ambiente, por intermédio de exsudação radicular, lixiviação, volatilização e decomposição de resíduos. A alelopatia é qualquer processo envolvendo metabólitos produzidos por plantas, microrganismos e fungos que, uma vez liberados no ambiente, influenciarão no crescimento e desenvolvimento de sistemas biológicos naturais ou implantados, seja de forma positiva ou negativa (CARMO *et al.* 2007).

O efeito alelopático ocorre pela produção de metabólitos primários e secundários, produzidos e liberados por espécies vegetais (GOLDFARB *et al.*, 2009). Muitas vezes a atividade desses compostos aleloquímicos apresenta-se como um mecanismo de defesa da planta contra patógenos, herbívoros e outras plantas (SCHNEIDER e CRUZ-SILVA, 2012).

Para Cesco *et al.* (2012) citado por Gomes *et al.* (2013), os efeitos dessas substâncias podem ser induzidos por fatores bióticos ou abióticos que causam modificações estruturais em plantas. Esta interferência sobre o desenvolvimento de outras plantas pode ser indireta, por meio de transformação destas substâncias no solo pela atividade de microrganismos (FERREIRA e BORGHETTI, 2004) ou direta, quando compostos aleloquímicos ligam-se às membranas da planta receptora ou penetram nas células, interferindo diretamente no metabolismo vegetal (FERREIRA e AQUILA, 2000).

Estes compostos químicos podem ser encontrados em diferentes órgãos do vegetal, como folhas, caule, raízes, flores, frutos e sementes (TOKURA e NÓBREGA, 2006). Entre as substâncias já conhecidas e que apresentam atividade alopática, destacam-se taninos, glicosídeos cianogênicos, alcaloides, sesquiterpenos, flavonoides, ácidos fenólicos e outros (RICE, 1984). Os compostos aleloquímicos estão presentes na maioria dos tecidos vegetais, sendo liberados de diferentes formas, como volatilização, lixiviação, exsudação através das raízes e decomposição de resíduos vegetais (MONTEIRO e VIEIRA, 2002).

Quando essas substâncias são liberadas em quantidades suficientes, causam mudanças de comportamento que podem ser observadas na germinação, no crescimento



e/ou no desenvolvimento de plantas já estabelecidas e ainda, no desenvolvimento de microrganismos (BATTISTUS *et al.*, 2011). Compostos decorrentes da decomposição, em alguns casos, são mais tóxicos que o produto original, como no caso do pessegueiro, no qual a amigdalina exsudada pelas raízes é pouco tóxica, mas que se transforma em outra substância muito tóxica a mudas de pessegueiro (ALMEIDA, 1990).

Para Mazzafera (2003) esta seria uma das estratégias utilizadas por plantas invasoras para competir com outras espécies e essa inibição química exercida por uma planta sobre a germinação ou desenvolvimento de outra, representa uma importante ferramenta para o manejo de plantas espontâneas em sistemas de base ecológica. Estes compostos, quando liberados no ambiente, podem afetar o crescimento, interferir no vigor de sementes, provocar redução do perfilamento e crescimento de raízes e até mesmo, inibir a germinação das sementes de outras espécies vegetais (OLIBONE *et al.*, 2006).

Apresentando este mesmo comportamento, plantas espontâneas também interferem sobre o desenvolvimento de culturas agrícolas. Coelho *et al.* (2014) , avaliando o efeito de extratos vegetais de tiririca (*Cyperus rotundus*) e picão-preto (*Bidens pilosa*) sobre a germinação e crescimento inicial do feijoeiro comum, observaram que o extrato aquoso de tiririca apresenta efeito sobre o número de folhas do feijoeiro, enquanto o extrato aquoso de picão-preto afetou negativamente sua germinação e crescimento inicial. Estes autores concluem que o picão-preto pode afetar de forma negativa o desenvolvimento e a produtividade do feijão comum, possivelmente devido a interações envolvendo substâncias com efeito supressivo.

Esse mecanismo de interferência de plantas sobre outros indivíduos em um mesmo local foi adquirido ao longo de um processo evolutivo e representa um importante mecanismo ecológico que influencia na dominância e sucessão vegetal, formação de comunidades, na vegetação clímax e no manejo e produtividade dos agroecossistemas (BATTISTUS *et al.* ,2011).

A partir da década de 1990 passou-se a estudar de forma mais intensiva os efeitos de substâncias químicas liberadas por plantas no ambiente, sobre o comportamento de outras espécies. Diversos trabalhos mostram a capacidade que as plantas possuem de interagirem e liberarem no ambiente, de maneira direta ou indireta, substâncias que podem inibir ou mesmo estimular o crescimento das plantas vizinhas (RODRIGUES *et al.*, 2011).

Estes compostos têm sido objeto de pesquisas para no futuro, poderem ser utilizados como alternativa ao uso de herbicidas, inibindo o crescimento de plantas espontâneas (SILVA *et al.*,2010). Estudos na área de alelopatia representam uma busca alternativa e biológica por toxinas naturais e por derivados sintéticos a serem empregados



como herbicidas naturais, pois apresentam ação específica e menos prejudicial ao meio ambiente.

Carvalho *et al.* (2016) afirmam que a alelopatia vem despertando grande interesse, pois possibilita a seleção de plantas que possam exercer certo nível de supressão sobre espécies infestantes de áreas agrícolas, com reflexos favoráveis à produtividade de plantas alimentares, podendo estas também serem utilizadas como alternativa ao uso de herbicidas sintéticos.

Altieri (2002) sugere que a alelopatia pode ser explorada de várias formas, entre elas na síntese de substâncias herbicidas ou análogos, utilização de plantas como cobertura morta e modificação do comportamento das sementes da vegetação espontânea utilizando compostos vegetais e promovendo germinação precoce.

2.4.1. Plantas de cobertura e sua atividade alelopática

Muitos trabalhos vêm sendo realizados, buscando identificar e estudar plantas com potencial efeito alelopático sobre espécies espontâneas indesejáveis em cultivos agrícolas (PIRES *et al.*, 2001). Para Gusman *et al.* (2012) conhecer a ação alelopática das plantas e as substâncias por elas produzidas, pode oferecer novas e importantes alternativas para o manejo de plantas espontâneas bem como oportunidades de diversificação em cultivos agrícolas.

Algumas espécies de plantas de cobertura do solo são muito utilizadas em áreas de cultivos agrícolas no período de verão e entre elas estão a mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), a crotalária (*Crotalaria juncea*), o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), o lab-lab (*Dolichos lablab*) e o feijão-guandu (*Cajanus cajan*).

Entre as espécies mais estudadas está a mucuna-preta. Segundo Carvalho *et al.* (2002) esta planta exerce forte e persistente ação inibidora sobre importantes plantas invasoras de áreas agrícolas como o picão-preto (*Bidens pilosa*) e a tiririca (*Cyperus rotundus*). O autor destaca a agressividade mucuna-preta como a principal característica na supressão de plantas invasoras. Avaliando a atividade alelopática de plantas de cobertura sobre a tiririca, Zanuncio *et al.* (2013) concluíram que a mucuna-preta interfere na produção de biomassa, reduzindo sua produção e também a germinação de tubérculos daquela espécie invasora.

Silveira *et al.* (2010) utilizaram extratos aquosos de feijão-de-porco, mucuna-preta e alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*) sobre a germinação de tubérculos de tiririca; estes observaram que o extrato que mais inibiu a germinação dos tubérculos foi o de alecrim-pimenta, diminuindo a emergência e o vigor das plântulas.



Ainda analisando o potencial inibitório da mucuna-preta sobre outras espécies, Monqueiro *et al.* (2009) observaram efeito alelopático de resíduos culturais desta planta de cobertura sobre as espécies *Ipomoea grandifolia*, *Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum*; houve redução significativa da biomassa das plantas invasoras citadas. Também em seus trabalhos, Queiroz *et al.* (2010) verificaram que a mucuna-preta inibiu a população de trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e de cordão-de-frade (*Leonotis sp.*).

Avaliando o efeito alelopático da mucuna-preta, feijão-de-porco e *Crotalaria juncea* sobre a tiririca, Fontanétti *et al.* (2004) observaram que aquelas espécies de cobertura mostraram-se eficientes no controle desta espécie invasora. O mesmo foi observado por Teixeira *et al.* (2004) em que extratos aquosos da parte aérea da mucuna-preta reduziram a velocidade média de germinação do picão-preto, demonstrando seus efeitos alelopáticos.

Crotalária mostrou-se também eficiente na redução da germinação de plantas espontâneas pelo seu efeito alelopático (MONQUERO *et al.*, 2009); em seus trabalhos verificaram que a espécie utilizada muitas vezes como cobertura morta, causa a diminuição da germinação de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) e *Pennisetum glaucum*.

Campos *et al.* (2009) avaliaram o comportamento do sorgo forrageiro, feijão-de-porco e da *Crotalaria juncea* como espécies de cobertura de verão, para a microrregião de Rio Pomba - MG O sorgo forrageiro ou seu consórcio com feijão-de-porco ou crotalária foram os cultivos que apresentaram maior produção de biomassa e maior cobertura do solo. Da mesma forma, as menores infestações de plantas espontâneas foram observadas quando se utilizou o sorgo em monocultivo, ou em consórcio com as demais espécies de cobertura. Benedito *et al.* (2013) também avaliando o desempenho de diferentes espécies de cobertura de verão, verificaram que o sorgo forrageiro e a mucuna-cinza, tanto em monocultivo quanto em consórcio, apresentaram melhor desempenho na cobertura do solo e supressão de plantas espontâneas.

Araújo *et al.* (2010) avaliando a germinação de sementes de corda de viola (*Ipomoea grandifolia*) submetidas a diferentes concentrações de extrato de *Crotalaria juncea*, observaram diminuição na germinação de sementes da planta espontânea. Resultados semelhantes foram encontrados por Lisboa e Didonet (2009) que verificaram efeito inibitório de extratos aquosos de *Crotalaria juncea* sobre a germinação e crescimento inicial de plântulas de picão-preto e corda-de-viola. Também Lima *et al.* (2007) constataram o potencial alelopático da *Crotalaria juncea* e do feijão-de-porco sobre a germinação e desenvolvimento inicial de sementes de picão-preto.

Caetano *et al.* (2001) trabalhando com feijão-guandu e lab-lab cultivados na entrelinha de um pomar de plantas cítricas em formação, observaram redução na germinação do banco de sementes de plantas espontâneas presentes na área.



Entre as principais espécies de plantas de cobertura do solo para cultivo no período de outono/inverno e que podem interferir na germinação e crescimento de plantas espontâneas, as mais utilizadas por agricultores em suas áreas de cultivo estão a aveia-preta (*Avena strigosa*), o tremoço-branco (*Lupinus albus*), nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*) e o azevém (*Lolium multiflorum*). De uma maneira geral, o cultivo destas espécies é particularmente recomendado antes das culturas de verão, na grande maioria dos casos (DUCCA e ZONETTI, 2008).

Diferentes trabalhos relatam efeitos supressivos da aveia-preta (*Avena strigosa*) e azevém (*Lolium multiflorum*) sobre o desenvolvimento de diferentes espécies de plantas espontâneas (DUCCA e ZONETTI, 2008; MORAES *et al.*, 2009). Também Penha *et al.* (2010) constataram que a aveia-preta proporciona redução de 90% ou mais da cobertura do solo por plantas espontâneas.

A aveia-preta caracteriza-se por ser uma das poucas espécies de cobertura de inverno que além de produzir quantidade satisfatória de biomassa, também apresenta um bom efeito supressivo sobre a vegetação espontâneas. Segundo Hagemann *et al.* (2010) essa espécie de cobertura contribui para supressão de plantas infestantes, devido ao seu efeito alelopático, podendo auxiliar na redução da população das mesmas.

Hagemann *et al.* (2010) também estudaram o potencial alelopático de genótipos de aveia preta e branca sobre a germinação de azevém e de amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*); constataram que os extratos provocaram inibição da germinação da espécie espontânea. O autor também cita que a aveia-branca inibiu a germinação e desenvolvimento inicial de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*) e o amendoim-bravo.

Goulart *et al.* (2009) trabalhando com aveia-preta e tremoço branco, tanto em condição de monocultivo quanto consorciados, observaram que a aveia apresentou maior produção de biomassa e melhor cobertura do solo; as menores infestações de plantas espontâneas foram observadas no consórcio aveia-preta com tremoço-branco ou a aveia-preta em monocultivo. Marques (2012) avaliou o desempenho de diferentes espécies de cobertura de inverno na produção de biomassa e supressão de plantas espontâneas, na região de Rio Pomba – MG. As maiores produções de biomassa ocorreram com o nabo forrageiro e a aveia preta; as menores infestações de plantas espontâneas foram obtidas com a aveia preta como espécie de cobertura.

Segundo Corsato *et al.* (2008) outra espécie vegetal com potencial para ser empregada em sistemas de cultivos de cobertura e que pode interferir por meio de compostos aleloquímicos nas culturas seguintes ou até mesmo inibir o desenvolvimento de espécies invasoras é o tremoço branco (*Lupinus albus*). Esses avaliaram o efeito alelopático do tremoço



branco sobre sementes de picão-preto; observaram que as mesmas sofreram forte inibição na porcentagem e velocidade de germinação, junto com o comprimento médio de raiz, utilizando uma concentração de 20% de extrato aquoso. Em outro trabalho, o extrato aquoso de folhas de tremoço branco reduziu em 10% o número de sementes germinadas de espécies invasoras como capim marmelada e capim-carrapicho (ALMEIDA, 1990 citado por GOMES *et al.*, 2013).

Após pesquisas realizadas com utilização do tremoço branco, este se mostrou eficiente no controle de plantas invasoras através da permanência da palhada sobre a superfície do solo e a liberação de substâncias com potencial alelopático (BARRADAS *et al.*, 2001).

Alguns autores estão avaliando também, a utilização de extratos destas espécies de cobertura na supressão de plantas invasoras. Carvalho *et al.* (2016) avaliaram o efeito de extratos alcoólicos e aquosos de aveia preta e tremoço branco, na supressão da germinação de capim brizantão (*Brachiaria brizantha*). Os dois extratos de aveia preta e extrato aquoso de tremoço branco apresentaram efeito inibitório sobre a germinação de sementes de capim brizantão.

Almeida *et al.* (2014) investigaram o efeito de extratos (alcoólicos e aquosos) de aveia preta, tremoço branco e nabo forrageiro, na germinação e crescimento inicial do picão preto; os autores observaram que na presença destes extratos, ocorreu inibição ou retardamento da germinação de sementes de picão preto. As maiores inibições na germinação ocorreram na presença de extrato alcoólico de aveia preta e ambos os extratos de nabo forrageiro.

Trabalhando com extratos aquosos e alcoólicos de *Crotalaria juncea*, mucuna-preta e lab-lab sobre a germinação de bulbos e o crescimento inicial de plântulas de trevo-comum (*Oxalis sp.*), Alves *et al.* (2015) observaram que os extratos alcoólicos destas três espécies de planta de cobertura e também o extrato aquoso de lab-lab, foram os que inibiram a germinação de bulbos e o crescimento inicial de plântulas de trevo-comum.

3. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Apesar de já existirem muitos trabalhos relatando o efeito supressor das plantas de cobertura do solo sobre diferentes espécies de plantas espontâneas, existe a necessidade de se incrementar pesquisas com diferentes níveis de detalhamento, para que se possa entender com maior clareza esse efeito supressor visando principalmente, maior segurança na definição de técnicas de manejo dessas espécies de cobertura de solo, principalmente em áreas de cultivo agrícola.



Os resultados apresentados neste capítulo sugerem que tanto a utilização de resíduos culturais das espécies de cobertura do solo aqui apresentadas, quanto seus extratos, poderão vir a ser utilizados como prática auxiliar no manejo de plantas espontâneas, em áreas agrícolas com elevada infestação destas espécies. Todavia deve-se considerar as condições edafo-climáticas regionais mais adequadas para um bom desenvolvimento destas espécies de cobertura, de forma a se obter elevada produção de biomassa por área, além de uma boa cobertura do solo. Fatores associados a boas práticas agrícolas levam ao sucesso com o uso de plantas de cobertura, em especial com adoção de espaçamentos adequados, manejo de fertilidade dos solos e utilização de material propagativo com boa sanidade.

Vale ressaltar que devido à ampla capacidade de adaptação de espécies espontâneas à estratégia de manejo que estiver sendo utilizada por um longo período numa mesma área de cultivo agrícola, não se deve recomendar o cultivo destas espécies de cobertura como estratégia única de manejo de plantas espontâneas. Em outras palavras, recomenda-se a utilização desta técnica associada a outros métodos de controle de plantas infestantes.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. M. **Plantas de cobertura de inverno e seu potencial alelopático sobre a germinação de Picão preto (*Bidens pilosa* L.)**. 2014. 43f. Monografia (Bacharelado em Agroecologia). IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba, Rio Pomba/MG, 2014.

ALMEIDA, F. S. A defesa das plantas: alelopatia. **Ciência Hoje**, v. 11, n. 62. 1990.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável** Guaíba: Ed. Agropecuária, 2002, 592 p.

ALVES, P. V.; BARROS, V. M. S.; LORENZETTI, E. R.; MELO, P. R. B.; BASTIANI, M. L. R. Potencial alelopático de plantas de cobertura “de verão” sobre a germinação de trevo-comum (*Oxalis* sp.). In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIA, INOVAÇÃO E TECNOLOGIA, 8., Rio Pomba. **Anais do VIII Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia**. Rio Pomba: Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, 2015.

ANDRIOLI, I. ; BEUTLER, AMAURI N; CENTURION, J. F. ; ANDRIOLI, FABRÍCIA F. ; COUTINHO, E. L. M. . Produção de milho em plantio direto com adubação nitrogenada e cobertura do solo em pré-safra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1691-1698, 2008.



ARAÚJO, E. O.; ESPÍRITO SANTO, C. L.; SANTANA, C. N. Potencial alelopático de extratos vegetais de *Crotalaria juncea* sobre a germinação de plantas daninhas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, p. 109-115, 2010.

ARAUJO, J. C.; MOURA, E. G.; AGUIAR, A. C. F.; MENDONÇA, V. C. M. Supressão de plantas daninhas por leguminosas anuais em sistema agroecológico na Pré-Amazônia. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, p. 267-275. 2007.

BARRADAS, C. A. A. **Adubação verde**. Niterói: Programa Rio Rural, 2010. 10 p. (Manual Técnico, 25).

BARRADAS, C. A. A.; FREIRE, L. R.; ALMEIDA, D. L.; DE-POLLI, H. Comportamento de adubos verdes de inverno na região serrana fluminense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, p.1461–1468. 2001.

BATTISTUS, A. G.; VORPAGEL, J. A.; OLIVEIRA, T. L.; EGEWARTH, V. A.; BULEGON, L. G. Utilização de extrato de aveia preta (*Avena strigosa*) no desenvolvimento inicial de alface (*Lactuca sativa*) visando melhor qualidade das plantas. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 7., 2011. **Anais...** Fortaleza: [s.n.], 2011.

BENEDITO, E. C.; ROCHA, M. B. S.; LIMA, P. Z.; CAMPOS, S. A.; BASTIANI, M. L. R. Desempenho de Espécies de Cobertura na Produção de Fitomassa e Supressão de Plantas Espontâneas, em Sistemas de Plantio Direto na Palha. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIA, INOVAÇÃO E TECNOLOGIA, 6., Rio Pomba. **Anais do VI Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia**. Rio Pomba: Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, 2013.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.1269-1276, 2007.

BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. Efeito alelopático de frutos de umbu (*Phytolacca dioica* L.) sobre a germinação e crescimento inicial de alface e picão-preto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, p. 1129-1135, 2010.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Biologia de Plantas Daninhas In: OLIVEIRA Jr, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas**. Curitiba: OMINPAX, 2011. p. 1-36

CAETANO, R. S. X.; CHRISTOFFOLETI, R. J.; FILHO, R. V. “Banco” de sementes de plantas daninhas em pomar de laranja 'pera'. **Scientia Agrícola**, v. 58, p. 505-517, 2001.



CALEGARI, A.; CASTRO C. F.; TAVARES J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M.F. 2006. Melhoria da agregação do solo através do sistema plantio direto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, p 147-158. 2006.

CAMPOS, S; GOULART, P; BASTIANI, M; FONTANETTI, A. Desempenho da Biomassa das Plantas de Cobertura de Verão na Supressão de Plantas Espontâneas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, p. 3494-3498. 2009.

CARMO, F. M. S.; BORGES, E. E. L.; TAKAKI, M. Alelopatia de extratos aquosos de canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer). **Acta Botânica Brasilica**, v. 21, p.697-705, 2007.

CARPANEZZI, F. B. **Investigação do potencial de *Pittosporum undulatum* Vent.** 2009. 59f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Setor de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Estadual de São Carlos, São Carlos, 2009.

CARVALHO, G. J.; FONTANÉTTI, A.; CANÇADO, C. T. Potencial alélopático do feijão de porco (*Canavalia ensiformes*) e mucuna preta (*Stilozobium aterrimum*) no controle da tiririca (*Cyperus rotandus*). **Ciência Agropecuária**, v.26, p.647-651, maio/jun. 2002.

CARVALHO, P. A. **Potencial Alelopático de Plantas de Cobertura de Inverno sobre a Germinação de Tiririca (*Cyperus Rotundus*) e Capim Brizantão (*Brachiaria Brizantha*).** 2016, 32f. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2016.

CHRISTOFFOLETI, P. J. coord. **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. 3. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Ação à Resistência de Plantas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2008. 120p.

COELHO F.M.; OLIVEIRA S.G.; BALIZA D.P.; CAMPOS A.N.R. ; Efeito de extratos de plantas espontâneas na germinação e no crescimento inicial do feijão comum. **Rev. Bras. de Agroecologia**. v.9, p.185-192, 2014.

CORSATO, J. M. SANTORUM, M.; LESZCZYNSKI. R.; FORTES, A. M. T. Efeito alelopático do tremoço branco (*Lupinus albus*L.) sobre a germinação e o crescimento inicial da alface, soja e picão preto. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 6, p. 14-15, 2008.

DONEDA, A. Plantas de cobertura de solo consorciadas e em cultivo solteiro: decomposição e fornecimento de Nitrogênio ao milho. 2010. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.



DUCCA, F.; ZONETTI, P. C. Efeito alelopático do extrato aquoso de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) na germinação e desenvolvimento de soja (*Glycine max* L. Merril). **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.1, p.101-109, 2008.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável**: origem e perspectivas de um novo paradigma. São Paulo: Livros da terra, 1997, 175p.

ERASMO, E. A. L. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 22, p. 337-342, 2004.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 36, p. 1355-1362, 2001.

FÉLIX, R. A. Z. **Mobilização de reservas orgânicas em sementes tratadas com extratos de *Amburana cearensis* (fr.all.) a.c. Smith**. 2011. 96 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, (Botânica), AC: Fisiologia Vegetal - Instituto de Biociências de Botucatu. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

FERREIRA, A. G; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.12, p.175-204, 2000.

FERREIRA, A. G; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Editora Artmed, 2004. 323p.

FERREIRA, C.R.R.P.T; VEGRO, C.L.R; Defensivos agrícolas: rumo a uma retomada sustentável. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, v. 3, p. 1-5, 2008.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO; G. J.; MORAIS, A. R.; ALMEIDA, K.; DUARTE, W. F. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface-americana e de repolho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, p. 967-973, 2004.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia; processos ecológicos em agricultura sustentável. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. 653p.

GOLDFARB, M.; PIMENTEL, L. W.; PIMENTEL, N. W. Alelopatia: relações nos agroecossistemas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.3, p.23-28, 2009.

GOMES, F. M. FORTES, A. M. T.; SILVA, J.; BONAMIGO, T.; PINTO, T. T. Efeito alelopático da fitomassa de *Lupinus angustifolius* (L.) sobre a germinação e desenvolvimento inicial de *Zea mays*(L.) e *Bidens pilosa* (L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.8, p.48-56, 2013.



GOULART, P.; CAMPOS, S.; BASTIANI, M.; FONTANETTI, A. Desempenho da biomassa das plantas de cobertura de inverno na supressão de plantas espontâneas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, p.139-143, 2009.

GUSMAN, G. S.; VIEIRA, L. R.; VESTENA, S. Alelopatia de espécies vegetais com importância farmacêutica para espécies cultivadas. **Biotemas**, v.25, p.37-48, 2012.

HAGEMANN, T. R.; BENIN G.; LEMES, C.; MARCHESE, J. A.; MARTIN, T. N.; PAGLIOSA, E. S.; BECHE, E. Potencial alelopático de extratos aquosos foliares de aveia sobre azevém e amendoim-bravo. **Bragantia**, Campinas, v. 69, p.509-518, 2010.

HARBORNE, J. B. **Introduction to ecological biochemistry** Academic Press: San Diego, 1993. 318p.

KLIEWER, I. **Alternativas de Controle de Plantas Daninhas sem Herbicidas**. 13p. 2006. Disponível em: <[http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/4cf47afbcfbdd0d683257b08003b56b4/\\$FILE/Palestra%20Ingo%20Kliewer.pdf](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/4cf47afbcfbdd0d683257b08003b56b4/$FILE/Palestra%20Ingo%20Kliewer.pdf)> Acesso em: 24 abr. 2016.

LIMA L. B. Efeito das plantas de cobertura em sistema de plantio direto. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, Centro Científico Conhecer, v.10, p.1410-1425, 2014.

LIMA, C.; PEREIRA, L. M.; MAPELI, N. C. Potencial alelopático de crotalária, feijão-de-porco e gergelim na germinação e desenvolvimento inicial de picão-preto (*Bidens pilosa*). **Revista Brasileira de Agroecologia**, Guarapari, v. 2, p.1175-1178, 2007.

LIMA, R.; MENEZES, V. **Utilização da Adubação Verde na Agricultura Sustentável**. Disponível em: <http://www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2010-1/3-periodo/Utilizacao_da_adubacao_verde_na_agricultura_sustentavel.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2015.

LISBOA, O. A. de S.; DIDONET, A. D. Efeito alelopático de crotalária e braquiária na germinação de sementes de picão preto, corda-de-viola e alface. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 12., Fortaleza. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Fisiologia vegetal**. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2009. p. 166-167.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil**: um guia para ação em defesa da vida. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011. 190 p.



LORENZI, H. **Plantas Daninhas do Brasil**: Terrestres, Aquáticas, Parasitas, Tóxicas e Medicinais. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum. 440 p. 1991.

MARQUES, V. C. **Desempenho de Plantas de Cobertura de Inverno na Produção de Biomassa e no Manejo de Plantas Espontâneas, na Região Sudeste de Minas Gerais**. 2012, 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2012.

MAZZAFERA, P. Efeito alelopático do extrato alcoólico do cravo-da-índia e eugenol. **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, p.231-238, 2003.

MONQUERO, P. A.; AMARAL, L. R.; INÁCIO, E. M.; BRUNHARA, J. P.; BINHA, D. P.; SILVA, P. V.; SILVA, A. C. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 27, p. 85-95, 2009.

MONTEIRO, C. A.; VIEIRA, E. L. Substâncias Alelopáticas In: CAMARGO, O. *et al.* **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: Eduem, 2002, cap.7, p. 105-137.

MORAES, P. V. D. AGOSTINETTO, D.; VIGNOLO, G. K.; SANTOS, L. S.; PANOZZO, L. E. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Planta daninha**, v. 27, p. 289-296, 2009.

MORAES, P. V. D. de; AGOSTINETTO, D.; PANOZZO, L. E.; BRANDOLT, R. R.; TIRONI, S. P.; OLIVEIRA, C.; MARKUS, C. Efeito alelopático de plantas de cobertura, na superfície ou incorporadas ao solo, no controle de picão preto. **Revista da FZVA**. v.17, p. 51-67. 2010.

NICOLOSO, R. S. AMADO, T. J. C.; SCHNEIDER, S.; LANZANOVA, M. E.; GIRARDELLO, V. C.; BRAGAGNOLO, J. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1723-1734, 2008.

NUNES, U. R.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; SILVA, E. B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p.943- 948, 2006.

OLIBONE, D.; CALONEGO, J. C.; PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Crescimento inicial da soja sob efeito de resíduos de sorgo. **Planta daninha**, v. 24, p. 255-261, 2006.

OLIVEIRA, A. K. **Atividade de extratos de espécies arbóreas da caatinga sobre a emergência e desenvolvimento de plântulas de feijão-caupi, melão e milho**. 2014. 211f.



Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2014.

OLIVEIRA, T.K. de.; CARVALHO, G.J.; MORAES, R.N.S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 37, p. 1079-1087, 2002.

PARACAMPO, N. E. N. P.; MULLER, A. H.; ALVES, S. M.; SOUZA FILHO, A. P. S.; GUILHON, G. M. S. P.; ARRUDA, M.S.P.; SANTOS, L. S.; ARRUDA, A. C. Atividade fitotóxica e fungitóxica de extratos de *Vouacapoua cf Americana* Aublet (leg.-caesalp.), essência florestal nativa da amazônia. **Revista Brasileira de Ciência Agrária**, v. 52, p.9-22, 2009.

PENHA, L. A. O.; PASSINI, T.; BITTENCOURT, H.; RODRIGUES, B. Consórcios de Aveia, Linho e Ervilha para a Supressão de Plantas Daninhas. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., Ribeirão Preto. **Anais do XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010. p. 2052-2055.

PESSANHA, A. C.; SANTOS, L. M. FREITAS, S. P.; HUZIWARA, E. Efeito alelopático de extrato de *Schinus terebinthifolius* L. em *Brachiaria decumbens*. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27., Ribeirão Preto. **Anais do XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2010.

PIRES, N. M.; PRATES, H. T.; PEREIRA FILHO, I. A. P.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S. O.; FARIA, T. C. L. Atividade alelopática de leucena sobre espécies de plantas daninhas. **Scientia Agrícola**, v.58, p.61-65, 2001.

QUEIROZ, L. R.; GALVÃO, J. C. C.; CRUZ, J. C.; OLIVEIRA, M. F.; TARDIN, F. D. Supressão de plantas daninhas e produção de milho verde orgânico em sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, v.28, p.263-270, 2010.

RIBEIRO JUNIOR, R.; PÁDUA J. A. R.; ABREU, J. C. Efeitos alelopáticos do extrato foliar aquoso de *Araucária angustifolia* (Bertol.) Kuntze sobre o rebrotamento e o ciclo celular de tiririca. In.: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 11., 2014, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: [s.n], 2014.

RICE, E.L. **Allelopathy**. 2.ed. Orlando: Academic Press. 1984. 422p.

RIZZARDI, M. A.; FLECK N. G.; VIDAL R. A.; MEROTTO JUNIOR, A.; AGOSTINETTO, D. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. **Ciência Rural**. v.31, p.707-714, 2001.



RODRIGUES, M.S.; PERON, F.; BIDO, G.S.; LÚCIO, L. C.; Avaliação do efeito alelopático do extrato aquoso de *Coffea arábica* L. sobre o desenvolvimento inicial de soja (*Glycine max* L. Merrill). In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÕES CIENTÍFICAS, 7.; 2011, Maringá. **Anais eletrônico...** Maringá: CESUMAR. 5 p. 2011.

SCHNEIDER, T. C.; CRUZ-SILVA, C.T.A. Potencial alelopático do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) sobre o desenvolvimento do milho (*Zea mays* L.) e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb). **Revista Thêmaet Scientia**, v. 2, p.151-156, 2012.

SILVA, M. A.; BARBOSA J. S.; ALBUQUERQUE H. N. Levantamento das plantas espontâneas e suas potencialidades fitoterapêuticas: um estudo no complexo Aluizio Campos – Campina Grande/ PB. **Revista Brasileira de Informações Científicas**, v.1, p.52-66, 2010.

SILVA, S. O.; MATSUMOTO, S. N.; BEBÉ, F. V.; SÃO JOSÉ, A. R. Diversidade e frequência de plantas daninhas em associações entre cafeeiros e grevileas. **Coffee Science**, v.1, p.126-134, 2006.

SILVEIRA, H.R.O.; FERRAZ, E.O.;MATOS, C.C.; ALVARENGA, I.C.A.; GUILHERME, D.O.; TUFFI SANTOS, L.D.; MARTINS, E.R.; Alelopatia e homeopatia no manejo da tiririca (*Cyperus rotundus*). **Planta Daninha**, v. 28, p. 499-506, 2010.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2010. 564 p.

SOUZA, K. B.; PEDROTTI, A.; RESENDE, S. C.; SANTOS, H. M. T.; MENEZES, M. M. G.; SANTOS, L. A. M. Importância de Novas Espécies de Plantas de Cobertura de Solo para os Tabuleiros Costeiros. **Revista FAPese**, v.4, p. 131-140, 2008.

TEIXEIRA, C.M.; ARAÚJO, J.B.S.; CARVALHO, G.J. Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de picão preto (*Bidens pilosa* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 691-695, 2004.

TOKURA, L. K.; NÓBREGA, L. H. P. Alelopatia de cultivos de cobertura vegetal sobre plantas infestantes. **Acta Scientiarum Agronomy**. v. 28, p. 379-384, 2006.

TREZZI, M. M.; VIDAL, R. A. Potencial de utilização de cobertura vegetal de sorgo e milheto na supressão de plantas daninhas em condições de campo: II Efeitos da cobertura morta. **Planta daninha**, v. 22, p. 110, 2004.



VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas**: conceitos, origem e evolução. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 22 p.

WEBER, M. A.; MIELNICZUK, J. Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 429-437, 2009.

ZANUNCIO, A.; TEODORO, P. E.; RIBEIRO, L. P.; COREA, C. C. G., OLIVEIRA, M.; TORRES F. E. Alelopatia de adubos verdes sobre *Cyperus rotundus*. **Revista de Ciências Agrárias**, v.36, p.441-446, 2013.



CAPÍTULO 3 - USO DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE CRIATÓRIOS DE ANIMAIS NA AGROPECUÁRIA

Onofre Barroca de Almeida Neto

Iorrano Andrade Cidrini

Bruno Grossi Costa Homem

Igor Machado Ferreira

Mateus José Inácio de Abreu

1. INTRODUÇÃO

As pastagens desempenham papel preponderante para a bovinocultura brasileira, com cerca de 89% dos bovinos abatidos advindos de sistemas exclusivamente a pasto, sendo o restante confinado apenas no final do ciclo, quando terminados em confinamentos (ABIEC, 2015).

No entanto, as pastagens vêm perdendo espaço para a agricultura, havendo uma redução de sua área em função da valorização dos grãos, podendo agravar-se com a recente alta do dólar que influencia diretamente o volume exportado, o preço interno e consequentemente o aumento da área cultivada.

Desse modo, a pressão exercida quanto à intensificação e o aumento da capacidade de suporte das pastagens acentuam-se, em um contexto onde 80% destas áreas se apresentam em algum estágio de degradação, devido principalmente ao manejo inadequado do pastejo, assim como uma subfertilização com reposição insuficiente de nutrientes (DIAS-FILHO, 2014).

A prática da adubação não é hábito frequente entre os pecuaristas, fato que se justifica em parte pelos custos elevados dos insumos agrícolas tradicionais que subiram 500% nos últimos 20 anos. Assim, a fertirrigação com água residuária de criatórios animais surge como alternativa, pois possuem nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas, com potencial para substituir os fertilizantes químicos na manutenção da fertilidade do solo, assim como no aumento da produtividade das pastagens (ERTHAL *et al.*, 2010; CIDRINI *et al.*, 2014).

Neste contexto, destaca-se a utilização da água residuária oriunda das suinoculturas intensivas, devido à concentração localizada de resíduos orgânicos provenientes desse sistema (ABREU *et al.*, 2015). Somado a isto, a água residuária de suínos possui elevada carga de nutrientes, principalmente nitrogênio, que proporciona grande resposta em relação à produtividade da forrageira (TOLEDO *et al.*, 2014). Porém, é fundamental que se faça uma utilização racional das águas residuárias, devido principalmente ao potencial poluidor que possuem, no qual necessita deter os conceitos para realizar seu



manejo sustentável (CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 2005; VIVAN *et al.*, 2010).

Esta revisão tem como objetivo abordar os temas relacionados ao manejo da água residuária de criatórios de animais, discutir conceitos relativos ao seu tratamento e utilização, visando aumentar a produtividade das pastagens, além de promover a sustentabilidade da utilização de recursos e do meio ambiente, com ênfase na água residuária de suinocultura (ARS), divulgando as linhas de pesquisa “Tratamento e destinação de resíduos agroindustriais e Gerenciamento ambiental e desenvolvimento sustentável” em que atuam os pesquisadores do IF Sudeste MG, *Campus* Rio Pomba, desenvolvendo seus projetos de extensão e de iniciação científica.

2. ORIGEM E TRATAMENTO DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS

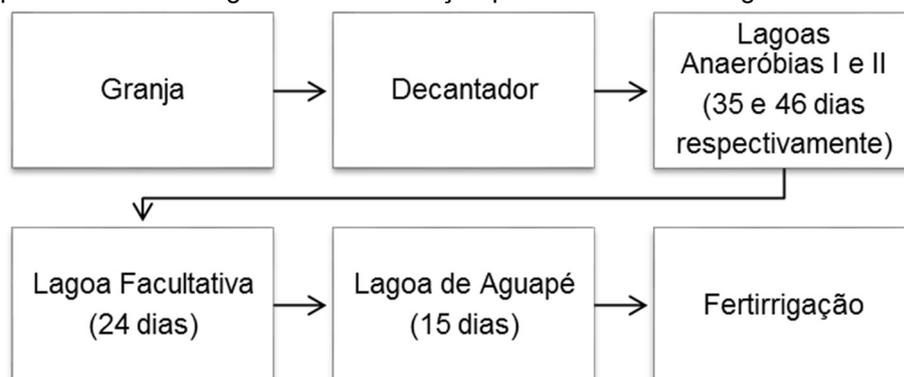
O Brasil é o quarto maior produtor e exportador de carne suína do mundo, sendo a Rússia o principal destino das carcaças. Segundo o IBGE, em 2015 foram abatidos 29.041 mil cabeças de suínos até o mês de setembro. A partir disso, se considerássemos o volume médio de água residuária produzida pela fase de terminação, no qual varia de 12 a 15 litros $\text{animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, o montante final produzido atingiria valores elevados, o que faz necessário descartá-los de maneira segura (KONZEN, 2005).

O tratamento prévio da água residuária é fundamental para a redução da carga poluente e posterior utilização na forma de fertirrigação, pois tornará os nutrientes prontamente disponíveis para as gramíneas (YOLCU *et al.*, 2010). Os dois principais meios de tratá-los são passando por biodigestores ou lagoas de estabilização. O primeiro requer um investimento inicial mais elevado em relação ao segundo, porém há geração de gás metano que pode ser reaproveitado na própria propriedade, fornecendo energia ou mesmo calor (PERDOMO *et al.* 2003). Por demandarem um menor investimento, as lagoas de estabilização são mais comuns em pequenas unidades suínícolas e pequenos produtores, por isso daremos a elas maior ênfase.

Antes de chegarem às lagoas de estabilização, a ARS é submetida a um tratamento preliminar, passando por um decantador, que tem como principal função retirar sua parte sólida, atribuindo maior eficiência aos subseqüentes tratamentos, além de gerar material para composto orgânico (nesta etapa 15% de sólidos em relação ao volume diário são gerados). Posteriormente, a ARS é encaminhada para o tratamento primário, aonde chega às lagoas anaeróbias, sendo estas profundas para o desenvolvimento de bactérias anaeróbias, com função de reduzir a carga orgânica. Logo em seguida, temos o tratamento secundário por meio de lagoas facultativas que possuem objetivo de reduzir a carga orgânica e diminuir a concentração de nutrientes. As lagoas facultativas possuem como características,

menores profundidades, o que propicia o desenvolvimento de microrganismos vegetais como as algas, além de bactérias anaeróbias. Ao final, a ARS chega ao tratamento terciário, constituído pela lagoa de aguapés, sendo alternativas para reduzir os teores de nitrogênio (N) e fósforo (P), por meio da vegetação que nelas se desenvolvem (Figura 1; PERDOMO *et al.* 2003; KUNZ *et al.*, 2005; BAIÃO *et al.*, 2014; TRINDADE *et al.*, 2014).

Figura 1. Esquema do uso de lagoas de estabilização para tratamento de água residuária de suínos.



Adaptado de Perdomo *et al.*, 2003; Trindade *et al.* (2015a).

Em pesquisa, Trindade *et al.* (2015a) observaram eficiência quanto ao uso das lagoas de estabilização no tratamento da ARS. Os autores encontraram redução dos teores de N, P e Potássio (K) na ordem de 78,1%, 64,54% e 31%, respectivamente (Tabela 1). Neste mesmo trabalho, os autores também encontraram redução significativa no teor de sólidos presentes na ARS (BAIÃO *et al.*, 2014). De acordo com Konzen (2006), quando utilizados agentes biorremediadores no auxílio do tratamento, a redução da carga de nutrientes pode passar de 84% até um máximo de 96%.

Tabela 1. Parâmetros químicos do dejetos líquido de suíno oriundo das lagoas de tratamento da granja.

Parâmetros	Lagoa 1	Lagoa 2	Lagoa 3
pH (H ₂ O)	9,09±0,01	8,15±0,01	7,68±0,02
Potássio (K mg.L ⁻¹)	659,00±7,41	592,00±12,04	455,00±17,32
Fósforo (P mg.L ⁻¹)	62,81±0,00	61,87±1,00	22,27±5,00
Cálcio (Ca mg.L ⁻¹)	174,39±12,00	114,02±12,00	67,07±12,00
Magnésio(Mg mg.L ⁻¹)	150,05±31,00	105,44±7,00	36,50±12,00
Sódio (Na mg.L ⁻¹)	118,00±4,47	110,00±3,53	90,70±4,39

*Médias seguidas de desvio padrão. (TRINDADE *et al.*, 2015a)



3. COMPOSIÇÃO E APLICAÇÃO DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Devido ao não aproveitamento completo dos nutrientes que lhes são fornecidos na dieta, variando de 40 a 60%, os suínos excretam uma quantidade elevada dos mesmos em suas fezes e urinas, tornando possível a utilização de seus dejetos para a fertilização de pastagens e lavouras, promovendo assim menor impacto na produção dos mesmos em relação ao aproveitamento integral e racional dos recursos disponíveis na propriedade (KONZEN, 2003; CIDRINI *et al.*, 2015d).

No entanto, deve-se fazer a relação custo-benefício da aplicação dos efluentes em comparação ao que será gasto utilizando a adubação convencional, considerando-se os custos envolvidos no manejo de ambos. Assim, como o preço dos insumos é extremamente variável, a comparação não deve ser feita de maneira engessada. Segundo Konzen (2006), a relação benefício/custo da cultura do milho foi 1,47 e 1,48; respectivamente para as doses de 50 e 100 m³ ha⁻¹, ou seja, a cada R\$ 1,00 investido na fertirrigação, o produtor pôde ganhar de R\$ 1,47 a R\$ 1,48; configurando-se em lucratividade. A recente elevação dos preços dos insumos em consequência da alta do dólar pode fazer com que mais do que nunca a ARS seja economicamente sustentável, enfatizando ainda mais a relação benefício/custo.

Fazendo uma comparação simples (Figura 2), ao aplicar-se um volume de 100 m³ de ARS, deixariam de ser gastos para fertilizar o solo aproximadamente 196,13 kg de Ureia, 168,16 kg de Superfosfato Simples e 76,86 kg de Cloreto de Potássio, que são os principais fertilizantes químicos utilizados para adubação convencional (HOMEM *et al.*, 2014). Segundo Abreu *et al.* (2015), em estudo sobre utilização de dejetos orgânicos na região da comunidade do Bom Jardim da cidade de Rio Pomba (MG), 62% dos produtores utilizam de alguma forma a adubação orgânica em suas propriedades. Isso nos mostra que de alguma forma eles já procuram uma fonte alternativa aos fertilizantes químicos.

Porém, ao aderir-se da utilização da ARS nas pastagens, deve-se considerar alguns fatores essenciais ao sucesso da operação, tais como: conhecer os parâmetros químicos, físicos e microbiológicos do solo, evitando aplicar em áreas excessivamente adubadas ou susceptíveis a lixiviação; aplicar lâminas uniformes de ARS, não concentrando em pontos específicos e causando manchas no solo; não aplicar em piquetes no final do período de descanso, o que faz com que ocorra uma rejeição do pasto pelo animal, com consequente queda de consumo e desempenho; evitar solos na capacidade de campo, o que reduz perdas de nutrientes e diminui riscos de contaminação de águas e nascentes; considerar o nutriente em maior concentração na água residuária e recomendar a dose a ser aplicada considerando os valores permitidos para este nutriente, sendo o restante necessário adicionado posteriormente; fazer análise periódica do solo, para que se acompanhe a



evolução do sistema (HODGSON, 1990; WILLIAMS E HAYNES, 1995; KONZEN, 2006; CONDÉ *et al.*, 2012; CIDRINI *et al.*, 2015c; TOLEDO *et al.*, 2015).

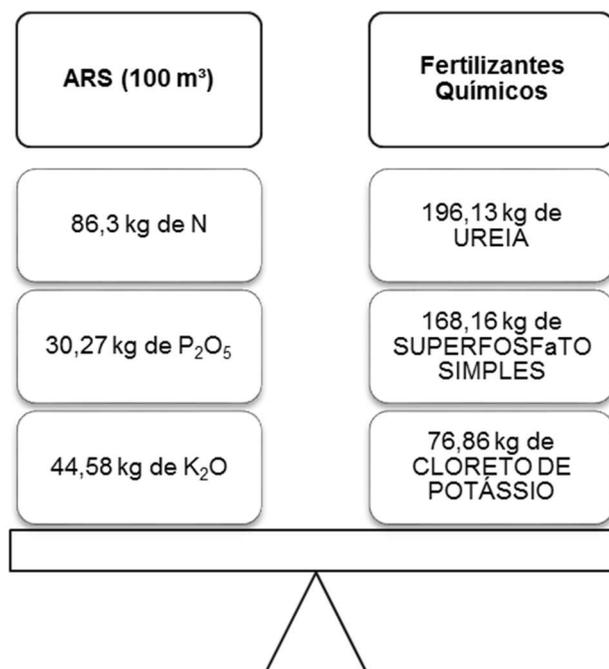


Figura 1. Comparação entre a fertilização com água residuária de suínos e a utilização de fertilizantes químicos. Adaptado de (HOMEM *et al.*, 2014).

4. RENDIMENTO E VALOR NUTRICIONAL DAS FORRAGEIRAS

A produção animal em pastagens no Brasil caracteriza-se pela baixa adoção de tecnologias e investimentos (DIAS-FILHO, 2011). Um dos maiores impedimentos do aumento da produtividade está na falta da reposição de nutrientes, tornando-a reflexo da fertilidade natural dos solos (KESSLER *et al.*, 2013).

A utilização de água residuária de granjas suínas surge como alternativa para a fertilização de pastagens e redução dos custos de produção (MONDARDO *et al.*, 2011).

Recentemente a aplicação de água residuária de suínos em pastagens tem sido praticada no Brasil por serem destino ecologicamente mais correto para os efluentes produzidos na criação suína (FONSECA *et al.*, 2007) além de ser fonte de macro e micronutrientes (ASSMANN *et al.*, 2009).

Em sistemas cultivados com gramíneas forrageiras, o efluente de suínos proporciona benefícios econômicos, como aumento do valor nutritivo e rendimento da forragem (FONSECA, *et al.*, 2007; SCHEFFER-BASSO *et al.*, 2008; VIELMO *et al.*, 2011; HOMEM *et al.*, 2012; KESSLER *et al.*, 2013; CIDRINI *et al.*, 2015d).

Com relação à produção de matéria seca (MS) de forragem, Homem *et al.* (2012) observaram que a maior produção foi alcançada com a aplicação de 100 m³ de ARS ha⁻¹,



obtendo-se valor acumulado de 22,21 t ha⁻¹ de MS em cinco ciclos de colheita, entre os meses de dezembro/2011 a maio/2012 em pastos de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk. Padrão similar de resposta também foi encontrado por CIDRINI *et al.* (2015d), que avaliando o acúmulo de forragem de *Pennisetum purpureum* cv. BRS Kurumi com a aplicação de doses crescentes de ARS observaram que com a dose de 300 m³ de ARS ha⁻¹ foi alcançado a maior quantidade de forragem acumulada (12 t ha⁻¹), em quatro ciclos de colheita. O mesmo autor ainda constatou que com o aumento das doses de ARS houve diminuição linear do período de descanso, haja vista que o período de descanso era interrompido quando o dossel interceptava 95% de luz incidente.

Com relação ao valor nutritivo, Condé *et al.* (2013) alcançaram em média 12,27% de proteína bruta (PB) com a aplicação de 100 m³ ARS ha⁻¹ em pastos de *B. decumbens*. Valor esse, superior ao encontrado por Medeiros *et al.* (2007), que com a aplicação de 180 m³ ARS ha⁻¹, obteve valor médio de 9,8% de PB em pasto de *B. brizantha* cv. Marandu. Incrementos no teor de PB com o aumento dos níveis de nitrogênio oriundo de águas residuárias também foram observados por Assmann *et al.* (2009) e Matos *et al.* (2013), confirmando que o nitrogênio tem um efeito positivo sobre a produção de matéria seca e no conteúdo de nitrogênio nos tecidos de gramíneas tropicais.

Avaliando a resposta da *B. brizantha* cv. Marandu, Barnabé (2001) e Medeiros *et al.* (2007) observaram que os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) variam de 69,5 a 72,7%; 60,8 a 63,0 de FDN, respectivamente; e 36,9 a 38,8; 27,1 a 30,3 de FDA, respectivamente, com aplicação de doses crescentes de ARS, porém sem diferenças estatísticas. As alterações nos teores de fibra das plantas forrageiras são ocasionadas pelas transformações estruturais dos tecidos, que são mais influenciados por ações de manejo do pastejo do que por doses de fertilizantes.

Além disso, Barnabé (2001) ainda cita que a aplicação de 150 m³ de ARS em substituição à adubação química foi a que promoveu os melhores resultados, em relação a produção e valor nutritivo da forragem.

5. PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO COM O USO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

Para o desenvolvimento das plantas forrageiras são necessários nutrientes básicos, nos quais são chamados de macros e micronutrientes (MALAVOLTA, 2006). Dentre eles, existem os essenciais, imprescindíveis à planta, onde a escassez de algum deles comprometerá o desempenho agrônomo da forrageira, limitando a exploração zootécnica. Isto se refere à Lei de Liebig, no qual se baseia que o excesso ou escassez de um nutriente ocasiona um desbalanceamento nutricional e consequente perdas em produtividade.



Dessa forma, é fundamental conhecer a composição das águas residuárias utilizadas na adubação de pastagens, bem como o comportamento dos parâmetros químicos do solo em função da fertirrigação com ARS (CIDRINI *et al.*, 2015e). Dentre os principais parâmetros do solo, serão destacados o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, matéria orgânica e pH.

O nitrogênio (N), dentre os macronutrientes, recebe destaque em relação à grande resposta em produtividade que as plantas forrageiras exprimem ao promover sua adição junto ao solo. Por possuir alta mobilidade, o N exige critérios quanto a sua utilização, evitando assim possíveis contaminações dos mananciais e lençóis freáticos (TRINDADE *et al.*, 2014).

Devido à aplicação via úmida da ARS, perdas de N por volatilização são limitadas, no entanto, recomenda-se a fertirrigação nas horas mais frescas do dia, com a forrageira previamente rebaixada, evitando a “requeima”. Em estudo de caso, Trindade *et al.*, (2015b) observaram que a quantidade de N numa pastagem em área plana, fertirrigada com 300 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de ARS durante 5 anos, não teve diferença estatística de uma mata nativa circunvizinha na camada de 0-40 cm do solo

Em relação ao fósforo (P), menores quantidades deste nutriente são fornecidas ao solo pela ARS, principalmente devido a adição de aditivos na dieta de suínos, como a enzima fitase, que aumenta a disponibilidade do P para os suínos, consequentemente reduzindo sua excreção nas fezes (STILBORN, 1998). Contudo, fertilizantes fosfatados possuem valor elevado no mercado em virtude das suas fontes escassas, o que faz com que a ARS seja uma fonte potencial para a reposição do mesmo.

Com a baixa mobilidade deste nutriente no solo, a elevação dos teores de fósforo com aplicação de ARS geralmente ocorrem nas camadas de 0-10 cm do solo (ERTHAL *et al.*, 2010). Cautela é exigida em relação à aplicação em solos na capacidade de campo, evitando-se escoamento superficial do P, com consequente eutrofização dos rios e mananciais.

Contudo, EGHBALL *et al.* (1996) observaram maior movimentação do P ao longo do perfil do solo quando utilizadas águas residuárias em comparação a adubos minerais, sendo atribuído a esta maior movimentação a forma que o P se encontra nas águas residuárias (forma orgânica). Outro benefício do uso das águas residuárias como fertilizante é a liberação de P de maneira mais lenta, deixando-o menos susceptível às reações de adsorção e fixação pelos óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio presentes no solo, fato frequente observado quando se utiliza fertilizantes químicos solúveis em clima tropical (CONDÉ *et al.*, 2012). No entanto, trabalhando com doses de até 400 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, Cidrini *et al.* (2015b), não obtiveram mudanças nos teores de P, tanto para camadas superficiais (0-20 cm), quanto para as mais profundas (20-40 cm), sendo atribuído a elevada extração do nutriente em razão da elevada produtividade da forrageira.



Embora possua uma quantidade considerável de potássio (K) na ARS, Homem *et al.* (2014) ao avaliarem os níveis de K em solos que sofreram ou não fertirrigação com ARS, encontraram diferenças apenas nas camadas de 20 a 40 cm. Essa resposta foi atribuída à mobilidade do elemento no solo e na maior absorção do nutriente na camada superficial (maior percentual de raízes das plantas forrageiras são encontradas na camada de 0-20 cm), devido ao aumento de produtividade da forrageira após a fertirrigação. Resultados semelhantes foram obtidos por Ceretta *et al.* (2003).

Os resultados em relação ao K no solo sob influência de águas residuárias são contraditórios (ERTHAL *et al.*, 2010). Registros de aumento na camada de 0-5 cm de 5,1 para 143,1 mg L⁻¹ foram obtidos por Freitas *et al.* (2004) após aplicação de ARS; discordando de Cidrini *et al.* (2015b), que não encontraram diferença nas profundidades avaliadas (0-20 cm e 20-40 cm). Já Cabral *et al.* (2011), observaram redução após a aplicação de ARS, passando de 86,8 mg L⁻¹ para 47,7 mg L⁻¹, atribuindo também este comportamento à maior extração do nutriente pela forrageira.

Segundo Homem *et al.* (2014), o nível de K no solo com a aplicação de ARS foi crescente até 82 dias após aplicação, ocorrendo queda brusca até o final do experimento, aos 138 dias. Dados que corroboram estes foram encontrados por Cabral *et al.* (2011), que também observaram redução na concentração do mesmo no solo.

Embora se apresente em baixas concentrações na ARS, aumento nos teores de Cálcio (Ca²⁺) foram encontrados por Freitas *et al.* (2004) e Bosco *et al.* (2008). Freitas *et al.* (2004) obtiveram aumento nos teores Ca²⁺ de 35,1 para 324,6 mg L⁻¹. Resultados diferentes foram encontrados por Cidrini *et al.* (2015a) e Queiroz *et al.* (2004), que não obtiveram diferença estatística nos teores de Ca²⁺ para as camadas avaliadas sob fertirrigação com ARS.

Com relação ao Magnésio (Mg²⁺), Araújo *et al.* (2011) e Cabral *et al.* (2011) observaram aumento nas camadas superficiais com aplicação de água residuária de bovinos. No entanto, Cidrini *et al.* (2015a) e Homem *et al.* (2014) não verificaram diferença nos níveis desse elemento. Fato este pode ser devido ao aumento da produção da forrageira com a aplicação da ARS, que proporcionou maior extração deste nutriente do solo (HOMEM *et al.*, 2012).

Para o pH, a fertirrigação com ARS pode contribuir para sua diminuição em razão da produção de CO₂ e ácidos orgânicos pela degradação de resíduos orgânicos (BOUWER, 2000). Avaliando as alterações nos parâmetros químicos do solo com a aplicação de água residuária de suínos, Araújo *et al.* (2011) e Cabral *et al.* (2011) observaram uma leve redução no pH. Resultados diferentes foram encontrados por Cidrini *et al.* (2015a) e Homem *et al.* (2014) que não observaram variação do mesmo. No entanto, os efeitos no pH do solo com a aplicação de águas residuárias são mínimos, em que a avaliação não deve ser de maneira



simples. De modo geral, o aumento nos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ resultam na elevação no pH e neutralização do alumínio (Al^{3+}) durante um breve espaço de tempo, sendo o pH influenciado diretamente pelos cátions citados (SCHERER *et al.*, 1984).

Com relação a matéria orgânica do solo (MO), Cidrini *et al.* (2015a) não observaram alteração da mesma pela ação das diferentes doses de ARS utilizadas, corroborando com os resultados encontrados por Araújo *et al.* (2011) e Cabral *et al.* (2011), que também não obtiveram diferença estatística entre os teores. Isso pode ser atribuído a menor relação de Carbono: Nitrogênio encontrada no efluente, o que o torna material de fácil degradação, no qual proporciona maior resposta em produção de forragem devido à alta taxa de mineralização da MO (BOEIRA; LIGO; DYNIA, 2002).

Diante disto, as águas residuárias de criatórios de animais possuem características desejáveis quando se almeja promover uma adubação de manutenção. No entanto, práticas inerentes à implantação de culturas, como a calagem e fosfatagem devem ser realizadas através de fertilizantes químicos.

6. EXCESSOS E PREJUÍZOS QUANTO AO SEU USO

Embora possa ser utilizada com a finalidade de promover a reposição de nutrientes ao solo, a ARS possui componentes com efeitos deletérios ao solo em concentrações elevadas, principalmente o cobre (Cu), Zinco (Zn) e o Sódio (Na) (QUIN E SYERS, 1978).

No entanto, os efeitos negativos estão associados ao tratamento inadequado dos resíduos, assim como a utilização de doses acima das recomendações. Segundo Konzen (2006), o tratamento dos dejetos pode reduzir cerca de 40% do cobre total e 22% do zinco total. Quando utiliza-se biorremediadores, a redução das concentrações de cobre e zinco podem chegar a 96 e 97%, respectivamente. Al-Jaloud *et al.* (1995) verificaram que, em solos cultivados com milho e irrigados com efluentes, os teores de Cu, Fe, Mn e Zn diminuíram, atribuindo a extração da cultura, agindo como um biofiltro natural.

Para os níveis de sodicidade, Cidrini *et al.* (2015b), observaram uma elevação linear nos teores de sódio (Na) com a aplicação de doses crescentes de ARS, alcançando um teor máximo de $32,64 \text{ mg dm}^{-3}$ de Na e 2,34% de Índice de Saturação de Sódio (ISNa) na dose máxima de $400 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. De acordo com Pizarro (1990), os valores podem ser caracterizados como normais ($\text{ISNa} < 7\%$), embora a elevação dos níveis de Na favoreça a dispersão de argila do solo. Fenômeno este que traz como consequência a obstrução do espaço poroso, reduzindo a permeabilidade e infiltração da água, com formação de crostas superficiais, o que impede ou dificulta a germinação de sementes e emergência de novas plântulas (ALMEIDA NETO *et al.*, 2009).



Contudo, não somente esses elementos podem se comportar de maneira prejudicial, até mesmo macronutrientes em excesso (N, P e K) podem promover contaminações do meio ambiente (CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 2005). Assim, a recomendação é que se realize o acompanhamento sistemático e continuado dos parâmetros químicos, físicos e microbiológicos do solo. Dessa forma, a prática da fertirrigação com ARS e outros efluentes torna-se uma alternativa viável, diante dos insumos onerosos e de fontes escassas a que se dispõem (DIAS-FILHO, 2014).

7. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

As águas residuárias de criatórios de animais desde que corretamente estabilizadas e tratadas, se transformam em passivos insumos de grande potencial de utilização em sistemas agropecuários. Entretanto, é necessário o conhecimento da sua carga de nutrientes e acompanhamento agrônômico tanto do solo e da planta a ser fertilizada, a fim de se estabelecer doses adequadas, bem como intervalos de aplicação. O uso das águas residuárias nas áreas de pastagens contribui para o aumento do potencial da pecuária nacional, além de reduzir os custos de produção.

O IF Sudeste MG, *Campus* Rio Pomba e seus pesquisadores vêm contribuindo para o desenvolvimento local e regional quando promove ou contribui para a disseminação dessas informações aos produtores locais e regionais, bem como para o desenvolvimento nacional e mundial quando publica os resultados de seus projetos de pesquisa em congressos, simpósios e revistas.

Desenvolvendo esses projetos, nessas linhas de pesquisa, o *Campus* Rio Pomba contribui com o desenvolvimento de tecnologias de água e solo para fins agrícolas, para as tecnologias sobre irrigação e melhoramento da produtividade agrícola na região de Rio Pomba e nas demais regiões do estado de Minas Gerais, do Brasil e do mundo.

Os avanços relacionados aos temas dos projetos podem proteger o meio ambiente, promovendo à recuperação de áreas degradadas, prevenindo a degradação do solo, a erosão, e, além disso, sendo uma opção à destinação adequada e controlada de água residuária da suinocultura.

Estes estudos ajudam a diminuir os problemas causados pela baixa fertilidade dos solos, que acarretam numa produção insatisfatória de forragens para consumo animal. Como muitos produtores não veem a prática da adubação de pastagem como uma necessidade, devido aos altos preços dos fertilizantes minerais e pela não valorização de seu produto, a adubação por meio de águas residuárias de criatórios de animais será uma excelente alternativa, tanto pelo fato de integrar diversas áreas da pecuária, quanto por ser bem mais



acessível que a adubação mineral, e consistir numa destinação sustentável para eliminação dessas águas.

Além disso, com o desenvolvimento desses projetos o *Campus* Rio Pomba promove a interdisciplinaridade dentro dos diversos setores da instituição, integrando a equipe executora dos projetos que são constituídas por professores e estudantes de cursos e níveis (técnico, graduação e pós-graduação) diferentes.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES – ABIEC. **Brazilian Beef Perfil 2014**. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/texto.asp?id=8>>. Acessado em: 15 de fev. de 2016.

ABREU, M. J. I.; ALMEIDA NETO, O. B.; CIDRINI, I. A.; LIMA, L. C. T.; TOSSETO, E. M.; SILVA, M. D.; CASTRO, M. D. A. Levantamento dos tipos de propriedade e das fontes de adubação orgânica dos criatórios animais na comunidade do Bom Jardim – Rio Pomba, Minas Gerais. In: II SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DO IF SUDESTE MG - SIMEPE, 2, Barbacena. **Anais eletrônicos do II Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão do IF Sudeste MG**, Barbacena, 2015. CD-ROM.

AL-JALLOUD, A. A.; HUSSAIN, G.; AL-SAATI, .J.; KARIMULLA, S. Effect of wastewater irrigation on mineral composition of corn and sorghum plants a pot experiment. **Journal of Plant Nutrition**, v.18, p.1677-1692, 1995.

ALMEIDA NETO, O. B.; MATOS, A. T.; ABRAHÃO, W. A. P.; COSTA, L. M.; DUARTE, A. Influência da qualidade da água de irrigação na dispersão da argila de Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1571-1581, 2009.

ARAÚJO, A.S.; SANTOS, A.C.; SILVA NETO, S. P.; SANTOS, P.M.; SILVA, J.E.C.; SANTOS, J.G.D.; Produtividade do capim-marandu e alterações químicas do solo submetido a doses de dejetos líquidos de bovinos. **Revista de Ciências Agrárias**, v.54, p.235-246, 2011.

ASSMANN, J.M.; BRAIDA, J.A.; CASSOL, L.C. MAGIERO, E.C.; MANTELI, C. GRIZ, E. Produção de matéria seca de forragem e acúmulo de nutrientes em pastagem anual de inverno tratada com esterco líquido de suínos. **Ciência Rural**, v.39, p.2408–2416, 2009.

BAIÃO, L. F.; ALMEIDA NETO, O. B.; TRINDADE, A. G.; HOMEM, B. G. C.; CIDRINI, I. A.; MARTINS, L. P.; LIMA, F. A. S.; COSTA, I. C. Avaliação da redução de sólidos suspensos e nitrogênio no tratamento de efluentes de suínos em lagoas de estabilização. In: VII SIMPÓSIO DE CIÊNCIA, INOVAÇÃO E TECNOLOGIA, 7,. Rio Pomba. **Anais eletrônicos do VII Simpósio de Ciencia, Inovação e Tecnologia do IF Sudeste MG**, Rio Pomba, 2014. CD-ROM.



BARNABÉ, M.C. **Produção e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com dejetos líquidos de suínos.** 2001. 67f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2001.

BOEIRA, R. C.; LIGO, M. A. V.; DYNIA, J. F. Mineralização de nitrogênio em solo tropical tratado com lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 1639-1647, 2002.

BOSCO; T. C.; IOST; C.; SILVA; L. N.; CARNELLOSI, C. F.; EBERT, D. C.; SCHREINER; J. S.; SAMPAIO, S. C. Utilização de água residuária de suinocultura em propriedade agrícola: Estudo de caso. **Irriga**, v.13, p.139-144, 2008.

BOUWER, H. Groundwater problems caused by irrigation with sewage effluent. **Journal of Environmental Health**, v. 63, p. 17-20, 2000.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Alterada pela Resolução CONAMA 410/2009 e pela CONAMA 430/2011. Disponível em: <
<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2016.

CABRAL, J. R.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; MUNIZ, A. S.; BERTONHA, A. Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim-elefante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.823-831, 2011.

CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R.; VIEIRA, F. C. B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, p.729-735, 2003.

CIDRINI, I. A.; ALMEIDA NETO, O. B.; ABREU, M. J. I.; LIMA, L. C. T.; SILVA, M. D.; TOLEDO L. T. Influência da fertirrigação com água residuária de suinocultura sobre propriedades químicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo formado em pastagens. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL E IV CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7., 2015, Viçosa. **Anais...Viçosa:** UFV, 2015a. CD-ROM.

CIDRINI, I. A.; ALMEIDA NETO, O. B.; ABREU, M. J. I.; LIMA, L. C. T.; TOLEDO, L. T.; SILVA, P. G.; CASTRO, M. D. A.; SILVA, M. D. Influência da fertirrigação com água residuária de suinocultura em parâmetros químicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob cultivo de pastagens. In: VIII SIMPÓSIO DE CIÊNCIA, INOVAÇÃO & TECNOLOGIA, 8., Rio Pomba. **Anais eletrônicos do VIII Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia do IF Sudeste MG**, Rio Pomba, 2015b. CD-ROM.

CIDRINI, I. A.; ALMEIDA NETO, O. B.; FREIRE JÚNIOR, L. G.; LIMA, L. C. T.; ABREU M. J. I.; LIMA F. A. S.; GOMES F. R. Avaliação de rendimento de proteína bruta da forrageira



Pennisetum purpureum cv. BRS Kurumi, submetido a fertirrigação com diferentes doses de água residuária de suinocultura. In: LII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 52. Belo Horizonte. **Anais da LII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Belo Horizonte, 2015c. CD-ROM.

CIDRINI, I. A.; ALMEIDA NETO, O. B.; HOMEM, B. G. C.; LIMA, L. C. T.; TRINDADE, A. G. Agronomic evaluation of *Pennisetum purpureum* cv. BRS Kurumi fertigated with doses of swine wastewater. In: I INTERNATIONAL CONFERENCE ON FORAGES IN WARM CLIMATES (CONFOR), 2015, Lavras. **Proceeding of the 1st International Conference on Forages in Warm Climates**, Lavras: UFLA, 2015d. p. 298-301.

CIDRINI, I. A.; ALMEIDA NETO, O. B.; HOMEM, B. G. C.; LIMA, L. C. T.; FREIRE JÚNIOR, L. G. Avaliação da taxa de acúmulo da forrageira *Pennisetum purpureum* cv. BRS Kurumi, fertirrigadas com diferentes doses de água residuária de suinocultura. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA - ZOOTEC 2015, 25, Fortaleza. **Anais eletrônicos do XXV Congresso Brasileiro de Zootecnia**, Fortaleza, 2015e. CD-ROM.

CIDRINI, I. A.; ALMEIDA NETO, O. B.; TRINDADE, A. G.; TOLEDO, L. T.; HOMEM, B. G. C.; TAVARES, V. B.; SILVA, P. G.; SOUZA, W. L.. Avaliação do teor de proteína bruta da forrageira *Pennisetum purpureum* cv. BRS Kurumi, fertirrigadas com diferentes doses de água residuária de suínos. In: VII SIMPÓSIO DE CIÊNCIA, INOVAÇÃO E TECNOLOGIA, 7, Rio Pomba. **Anais eletrônicos do VII Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia do IF Sudeste MG**. Rio Pomba: Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, 2014. CD-ROM.

CONDÉ, M. S.; HOMEM, B. G. C.; ALMEIDA NETO, O. B.; SANTIAGO, A. M. F. Influência da aplicação de águas residuárias de criatórios de animais no solo: atributos químicos e físicos. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.2, p.99-106, 2012.

CONDÉ, M. S.; ALMEIDA NETO, O. B. DE.; HOMEM, B. G. C.; SILVA, M. D.; TAVARES, V. B.; BITTENCOURT, F. Alterações no teor de proteína bruta da forrageira *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk no período de transição água-seca, fertirrigada com água residuária da suinocultura. In: IX Simpósio e V Congresso Forragicultura e Pastagens, 9., Lavras. **Anais...UFLA**, 2013.

DIAS-FILHO, M.B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.243-252, 2011.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das Pastagens no Brasil**. Embrapa Amazônia Oriental: Belém, 2014.

EGHBALL, B.; BINFORD, G. D.; BALTENSPERGER, D. D. Phosphorus movement and adsorption in a soil receiving long-term manure and fertilizer application. **Journal of Environmental Quality**, v.25, p.1339-1343, 1996.



ERTHAL, V. J. T.; FERREIRA, P. A.; MATOS, A. T. Alterações físicas e químicas de um Argissolo pela aplicação de água residuária de bovinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.467-477, 2010.

FONSECA, A.F.da; MELFI, A.J.; MONTEIRO, F.A.; MONTES, C.R.; ALMEIDA, V.V.; HERPIN, U. Treated sewage effluent as a source of water and nitrogen for Tifton 85 bermudagrass. **Agricultural Water Management**, v.87, p.328–336, 2007.

FREITAS, W. S.; OLIVEIRA, R. A.; CENCON, P. R.; PINTO, F. A.; GALVÃO, J. C. C. Efeito da aplicação de água residuária de suinocultura sobre a produção de milho para silagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8, p.120-125, 2004.

HODGSON, J. **Grazing Management: science into practice**. Essex: Longman Scientific & Technical, 1990, 200 p.

HOMEM, B. G. C., ALMEIDA NETO, O. B., CONDÉ, M. S., SILVA, M. D., FERREIRA, I. M. Efeito do uso prolongado de água residuária da suinocultura sobre as propriedades químicas e físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Científica**, Jaboticabal, v.42, p.299–309, 2014.

HOMEM, B. G. C.; ALMEIDA NETO, O. B.; CONDÉ, M. S.; SILVA, M. D.; FERREIRA, I. M.; TAVARES, V. B.; BITTENCOURT, F. Produção de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk fertirrigada com água residuária de suínos. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIA, INOVAÇÃO E TECNOLOGIA, 5., 2012, Rio Pomba, **Anais eletrônicos do V Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia do IF Sudeste MG**. Rio Pomba, 2012. CD-ROM.

KESSLER, N.C.H.; SAMPAIO, S.C.; SORACE, M.; PRADO, N.V.; PALMA, D.; CUNHA, E.; ANDRADE, L.H. Swine wastewater associated with mineral fertilization in blackoat (*Avena sativa*) cultures : 8th production cycle. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v.11, p.1437–1443, 2013.

KONZEN, E. A. **Aproveitamento de dejetos líquidos de suínos para fertirrigação e fertilização em grandes culturas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 11p. (Circular técnica, 32).

KONZEN, E. A. **Dejetos de suínos fermentados em biodigestores e seu impacto ambiental como insumo agrícola**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 4 p. (Comunicado técnico, 124).

KONZEN, E. A. **Viabilidade ambiental e econômica de dejetos de suínos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 27p. (Documentos, 59)

KUNZ, A.; CHIOCHETTA, O. ;MIELE, M.; GIROTTO, A. F.; SANGOI, V. **Comparativo de custos de implantação de diferentes tecnologias de armazenagem/tratamento e**



distribuição de dejetos de suínos. Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2005. 16p.
(Circular Técnica, 42)

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MONDARDO, D.; CASTAGNARA, D.D.; OLIVEIRA, P.S.R.; ZOZ, T.; MESQUITA, E.E.
Produção e composição químico-bromatológica da aveia preta fertilizada com doses crescentes de dejetos líquidos suínos. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.509–517, 2011.

PERDOMO, C. C.; OLIVEIRA, P. A. V. O.; KUNZ, A. **Sistema de tratamento de dejetos de suínos:** inventário tecnológico. Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2003. 83 p.
(Documentos, 85).

PIZARRO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia.** 2. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1990. 471p.

QUEIROZ, F. M.; MATOS, A. T.; PEREIRA, O. G.; OLIVEIRA, R. A. Características químicas de solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivados com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, v.34, p.1487-1492, 2004.

QUIN, B.F.; SYERS, J.K. Surface irrigation of pasture with treated sewage effluent. III. Heavy metal content of sewage effluent, sludge, soil, and pasture. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.21, p.435-442, 1978.

SCHEFFER-BASSO, S.M.; ELLWANGER, M.F.; SCHERER, C.V.; FONTANELI, R.S.
Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: cultivar Tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1940-1946, 2008.

SCHERER, E.E., EVANIR, E.G., JUCKSCH, I., NADAL, R. Efeito da adubação com esterco de suínos, nitrogênio e fósforo em milho. **Bol. Téc. Emp. de Pesq. Agropec. de Santa Catarina**, n. 24, p.1-26, 1984.

STILLBORN, H. Nutrition influences animal waste output. **Feedstuffs**, v.4, p.20-47, 1998.

TOLEDO, L. T.; ALMEIDA NETO, O. B.; CIDRINI, I. A.; ABREU, M. J. I.; GRANATO, A. T.; HOMEM, B. G. C.; NASCIMENTO, D. C.; SOUZA, W. L. Avaliação do efluxo acumulado de CO₂ pela respiração basal de um Latossolo Vermelho-Amarelo submetido a diferentes dosagens de água residuária de suinocultura. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIA, INOVAÇÃO E TECNOLOGIA, 8., Rio Pomba. **Anais do VIII Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia.** Rio Pomba: Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, 2015.

TOLEDO, L. T.; ALMEIDA NETO, O. B.; CIDRINI, I. A.; TRINDADE, A. G.; HOMEM, B. G. C.; TAVARES, V. B.; SOUZA, W. L.; FLORES, F. J. S. Acúmulo de matéria seca da



forrageira *Pennisetum purpureum* cv. BRS Kurumi sob diferentes doses de água residuária de suínos como fertirrigação. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIA, INOVAÇÃO & TECNOLOGIA – Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento Social, 7., Rio Pomba. **Anais do VII Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia**. Rio Pomba: Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, 2014.

TRINDADE, A. G.; ALMEIDA NETO, O. B.; HOMEM, B. G. C.; CIDRINI, I. A.; MARTINS, L. P.; TEIXEIRA, R. H.; COSTA, I. C.; NOGUEIRA, M. A. R. Eficiência do tratamento de dejetos líquidos de suínos em lagoas facultativas por meio de processos anaeróbios. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIA, INOVAÇÃO E TECNOLOGIA, 7., Rio Pomba, 2014. **Anais do VII Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia**. Rio Pomba: Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, 2014. CD-ROM.

TRINDADE, A. G.; ALMEIDA NETO, O. B.; CIDRINI, I. A.; BAIÃO, L. F.; HOMEM, B. G.; MARTINS, L. P. Eficiência no tratamento do dejetos líquidos de suínos em lagoas facultativas por processo anaeróbico no município de Rio Pomba, MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL E CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7., 2015a, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2015a. CD-ROM.

TRINDADE, A. G.; TAVARES, V. B.; CIDRINI, I. A.; MARTINS, L. P.; NOGUEIRA, M. A. R.; HOMEM, B. G. C. Análise de acúmulo do carbono total e nitrogênio total em solos de pastagens provocado por sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suínos, no município de Rio Pomba, MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL E CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7., 2015, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2015b. CD-ROM.

VIELMO, H.; BONA FILHO, A.; SOARES, A.B.; ASSMANN, T.S.; ADAMI, P.F. Effect of fertilization with fluid swine slurry on production and nutritive value of Tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.60-68, 2011.

VIVAN, M.; KUNZ, A.; STOLBERG, J. Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 320-325, 2010.

WILLIAMS, P.H.; HAYNES, R.J. Effect of sheep, deer and cattle dung on herbage production and soil nutrient content. **Grass and Forage Science**., v.50, p.263-271, 1995.

YOLCU, H.; GUNES, A.; DASCI, M.; TURAN, M.; SERIN, Y. The effects of solid, liquid and combined cattle manure applications on the yield, quality and mineral contents of common vetch and barley intercropping mixture. **Ekoloji**, v.19, p. 71-78, 2010.



CAPÍTULO 4 - ANÁLISE DAS MATRIZES CURRICULARES DOS CURSOS DE ADMINISTRAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO FEDERAIS DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Maísa Fonseca Rooke

Ivy Silva Costa

Bruno Silva Olher

1. INTRODUÇÃO

Os ensinamentos iniciais de administração advêm da publicação dos trabalhos realizados por Frederick Taylor, nos Estados Unidos da América (EUA), e Henri Fayol, na França, no início do século XX. O estudo da administração, aos moldes contemporâneos, data do final do século XIX, nos EUA, com a criação da Wharton School em 1881 (ANDRADE; AMBONI, 2004; RIBEIRO; SACRAMENTO, 2009).

No Brasil, Nicolini (2003) mencionou que os primeiros cursos de Administração foram instituídos em 1902 por duas escolas particulares, uma no Rio de Janeiro, a Escola Álvares Penteado, e a outra em São Paulo, na Academia de Comércio. O desenvolvimento do ensino de administração no Brasil ocorreu de forma concomitante ao da nação, assim as mudanças da sociedade brasileira motivaram o crescimento do ensino.

A proliferação dos cursos de bacharelado em administração no Brasil e o reconhecimento pelo Conselho Federal de Administração (CFA) dos tecnólogos como integrantes da profissão ampliaram o número de profissionais habilitados a exercer a profissão de administrador. No ano de 2010 o Brasil possuía, consoante Cruz (2005), mais de 2.700 Instituições de Ensino Superior (IES) que ofereciam o curso de Administração.

Nessa crescente disponibilidade de cursos de Administração ficou em voga no Brasil uma análise das competências e do currículo do curso. No decorrer dos anos estabeleceu-se currículos mínimos para a formação profissional do administrador, os quais foram resumidos em três ciclos. O primeiro ciclo abrangeu o período de 1941 a 1993, o qual instituiu-se o Parecer N° 307 de 1966 que regulamentou o curso de Administração e o seu primeiro currículo mínimo. O segundo ciclo caracterizou-se pela maior preocupação dos órgãos regulamentadores com a qualidade do ensino, institucionalizando assim um novo currículo pela Resolução N° 02 de 1993, que dividiu as disciplinas por áreas de conhecimento e determinou a carga horária mínima do curso em 3.000 horas. O terceiro ciclo iniciou-se com a aprovação da Resolução N°4 de 13 de Julho de 2005, que estabeleceu o ensino por competências e instituiu os Eixos de Formação (SILVA, 2007).



A Resolução nº4 de 13 de Julho de 2005 determinou que o conteúdo curricular do curso de Administração abordasse disciplinas que se inter-relacionassem com a realidade e que existisse aplicabilidade nas organizações. Desse modo, as disciplinas oferecidas deveriam integrar os quatro Eixos de Formação, a saber: Básico, Profissional, Quantitativo e Complementar (BRASIL, 2005).

Com base no exposto, este estudo analisou as matrizes curriculares dos cursos de bacharelado em Administração das Instituições Federais de Ensino do Estado de Minas Gerais, a fim de verificar o eixo de formação predominante nelas. Buscou-se ainda averiguar de forma detalhada as disciplinas que compuseram o eixo predominante.

O presente capítulo está estruturado em mais quatro seções, além desta introdutória. A segunda apresenta o referencial teórico, na terceira seção tem-se a descrição dos procedimentos metodológicos, na quarta são discutidos os resultados encontrados e, por último, na quinta seção, apresentam-se as considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Curso de Administração no Brasil

Os primeiros cursos de Administração no Brasil datam do início do século XX e foram instituídos por duas escolas particulares, a primeira no Rio de Janeiro, Escola Alvares Penteado, e a segunda, em São Paulo, na Academia de Comércio (NICOLINI, 2003). No entanto, a primeira regulamentação do curso ocorreu somente em 1931 com o Decreto-Lei nº 20.158, por meio do qual criou-se o Curso Superior de Administração e Finanças que tinha duração de três anos (BRASIL, 1932).

Neste mesmo período, com a Crise de 1929 e a Revolução de 1930, o Brasil deixou de ser um país agroexportador, e com o desenvolvimento da indústria e do meio urbano, surgiu a necessidade de infraestrutura em transporte, energia e comunicação, o que levou ao aumento da demanda por profissionais qualificados (COELHO; NICOLINI, 2013).

Em 1931, criou-se também o Ministério da Educação e o Instituto de Organização Racional do Trabalho (IDORT) em São Paulo, cuja principal função era a divulgação dos ideais da Administração Científica e Clássica. Sete anos depois, com o objetivo de difundir os princípios administrativos, foi criado o Departamento de Administração do Setor Público (DASP), que em 1944 originou a Fundação Getúlio Vargas (FGV) (NICOLINI, 2003).

Segundo Silva (2007), durante mais de 60 anos o ensino de Administração foi confundido com o de Ciências Econômicas e isso só cessou após a definição de um currículo mínimo profissionalizante para o curso de Administração no ano de 1966. Neste mesmo ano, a resolução não numerada determinou a extensão do curso de Administração para quatro



anos e foi baseada no parecer nº 307 de 1966. Este esclarecia que para a determinação do currículo mínimo foram realizadas comparações de currículos dos cursos existentes no país e consideraram as opiniões de especialistas.

O relator do parecer nº 307 de 1966 acrescentou que o currículo definido era apenas uma estrutura mínima que deveria ser atendida, mas que de maneira nenhuma as instituições teriam de se prender apenas a ele, ficando cada uma das entidades com a atribuição de atender também suas particularidades e as diferenças individuais dos alunos (SILVA, 2007).

O currículo básico decorrente do parecer nº 307 de 1966 era composto pelas seguintes disciplinas: Matemática, Estatística, Contabilidade, Teoria Econômica, Economia Brasileira, Psicologia Aplicada à Administração, Sociologia Aplicada à Administração, Instituições de Direito Público e Privado (incluindo noções de ética administrativa), Legislação Social, Legislação Tributária, Teoria Geral da Administração, Administração Financeira e Orçamento, Administração de Pessoal e Administração de Material. Além dessas disciplinas descritas o aluno era obrigado a escolher entre a disciplina de Direito Administrativo ou de Administração de Produção e Vendas, e a realização de um estágio supervisionado (BRAGA *et. al.*, 2011; CONSELHO FEDERAL DE ADMINISTRAÇÃO, 2015).

Para Nicolini (2000), a prática do currículo mínimo apenas garantiu que a formação profissional do aluno estivesse dentro de uma qualidade mínima que assegurasse sua boa prática profissional, o que não impedia que cada Instituição acrescentasse fatores que o enriquecesse e o aproximasse das particularidades regionais existentes no território brasileiro.

Nesse sentido, em 1993, uma reformulação sobre o currículo profissionalizante vigente foi aprovada pelo parecer nº 433 e regulamentada pela Resolução nº 2 do mesmo ano. Desse modo, reforçou-se o estímulo à iniciativa das instituições ampliarem seus currículos de acordo com suas necessidades, já que os currículos mínimos apenas apresentariam o que seria indispensável para a formação qualificada do profissional do curso de Administração. Além disso, o relator do parecer, Professor Clayrton Miranda Vieira, censurou a maneira restritiva que as Instituições de Ensino Superior (IES) compreendiam o currículo básico (SILVA, 2007).

Conforme Coelho (2006) a Resolução nº 2 de 1993 alterou a carga horária do curso de Administração, a qual passou a totalizar 3.000 horas que ficaram assim distribuídas: 1.020 horas (34% do total) formação profissional; 960 horas (32% do total) com disciplinas eletivas e complementares; 720 horas (24% do total) formação básica e instrumental; 300 horas (10% do total) relacionadas ao estágio supervisionado.

Segundo Silva (2007), no ano de 1996, a Nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) regulamentou que todos os cursos de graduação passassem a ser



conduzidos com base nas Diretrizes Curriculares Nacionais, de acordo com o parecer nº 776 de 1997 que teve como objetivo orientar a formação dos currículos dos cursos superiores. Pode-se destacar como principal contribuição da LDB de 1996 a maior autonomia e flexibilização dos sistemas de ensino, além disso ela se preocupou em formar profissionais mais críticos, participativos, questionadores e cidadãos.

No ano de 2004, a Resolução nº 1 de 2 de fevereiro determinou as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Administração, em nível de Bacharelado. Tal resolução buscou orientar as instituições quanto à elaboração do projeto pedagógico do curso. Entretanto, em 13 de julho de 2005 foi publicada a Resolução nº 4, que revogou a Resolução nº 2 de 4 de outubro de 1993 do Conselho Federal de Educação e a Resolução CNE/CES nº 1 de 2 de fevereiro de 2004 (PINTO; MOTTER JUNIOR, 2012).

A Resolução nº 4 de 2005 deu início ao terceiro ciclo da história do currículo do curso de Administração e está em vigor até os dias de hoje, sendo sua principal contribuição a integração das disciplinas ofertadas nos eixos de competências e habilidades determinados, o que extinguiu o currículo mínimo.

Para Pinto e Motter Júnior (2012), as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) concederam às IES uma maior autonomia e flexibilidade na elaboração da matriz curricular do curso. Ou seja, cada Instituição pode elaborar seu currículo de acordo com as necessidades específicas da região, alterar as disciplinas oferecidas conforme a demanda e, conseqüentemente, formar profissionais mais preparados às necessidades do mercado.

2.2 Resolução nº4 de 13 de Julho de 2005

A Resolução nº 4 de 13 de julho de 2005 foi a responsável por regulamentar o currículo do curso de graduação em Administração, já que nela foram estabelecidas as Diretrizes Curriculares Nacionais do curso. Sua principal alteração em relação aos currículos definidos anteriormente foi a introdução de competências e habilidades que o curso deve possibilitar para a formação profissional.

No seu artigo 4º, a Resolução nº 4 de 2005 estabeleceu algumas aptidões que devem ser adquiridas pelo estudante durante o curso para que a qualidade profissional dos formandos seja assegurada.

De acordo com a Resolução nº 4, entre as principais habilidades a serem desenvolvidas ao longo do curso de administração estão: a capacidade de reconhecer problemas, ponderar soluções e exercer o processo de tomada de decisão, junto a ampliação da capacidade de relacionamento interpessoal por meio da expressão e comunicação mais adequadas ao cenário encontrado. O profissional ainda deve ter consciência da sua função no processo produtivo e agir criticamente sobre ele (BRASIL, 2005).



Discorrendo sobre a área financeira, a Resolução N° 4 propõe o desenvolvimento do raciocínio lógico, crítico e analítico. Acredita-se que tal habilidade proporciona ao profissional melhor capacidade em lidar com valores e formulações matemáticas presentes nas relações formais e causais entre os fenômenos produtivos (BRASIL, 2005).

Segundo a Resolução nº 4, o desenvolvimento da capacidade de aprender e se adaptar às mudanças, a consciência da importância da ética dentro do seu exercício profissional, bem como a capacidade de correlacionar experiências do seu dia a dia com as do ambiente de trabalho também são pontos considerados importantes para a formação de um profissional de qualidade.

Por fim, a Resolução nº 4 ainda discorre sobre o desenvolvimento da capacidade do profissional de elaborar, implementar e consolidar projetos bem como de realizar consultorias em gestão e administração. Para que os objetivos citados anteriormente sejam alcançados, o Artigo 5º da mesma Resolução sugere, por intermédio de eixos de competências, o conteúdo que deve constar na matriz do curso. Assim, criou-se quatro Eixos de Conteúdos, cada um com uma área de atuação, ficando assim definidos:

- I - Conteúdos de formação básica: relacionados com estudos antropológicos, sociológicos, filosóficos, psicológicos, ético-profissionais, políticos, comportamentais, econômicos e contábeis, bem como os relacionados com as tecnologias da comunicação e da informação e das ciências jurídicas;
- II - Conteúdos de formação profissional: relacionados com as áreas específicas, envolvendo teorias da administração e das organizações e a administração de recursos humanos, mercado e marketing, materiais, produção e logística, financeira e orçamentária, sistemas de informações, planejamento estratégico e serviços;
- III - Conteúdos de estudos quantitativos e suas Tecnologias: abrangendo pesquisa operacional, teoria dos jogos, modelos matemáticos e estatísticos e aplicação de tecnologias que contribuam para a definição e utilização de estratégias e procedimentos inerentes à administração; e
- IV - Conteúdos de formação complementar: estudos opcionais de caráter transversal e interdisciplinar para o enriquecimento do perfil do formando (BRASIL, 2005).

Segundo Ribeiro e Sacramento (2009), a execução da Resolução nº 4 de 2005 intensificou o processo de flexibilização, pois além de extinguir o currículo mínimo, a nova ordem implantou o sistema de habilidades e competências. Este consiste nas características que ao realizar o curso de administração espera-se que o estudante desenvolva. Além disso, dividiu-se as disciplinas a serem realizadas no curso em quatro Eixos de Conteúdos de Formação, a saber: básica, profissional, quantitativa e complementar.

Dentre os Eixos de Conteúdo de Formação propostos pela Resolução nº 4 de 2005, enfatiza-se o Profissional, pois ele é constituído por disciplinas que envolvem as áreas



específicas da Administração, como teorias da administração e das organizações, recursos humanos, finanças, marketing, produção, logística, sistema de informações e planejamento estratégico. Devido a isto, acredita-se que o Eixo de Conteúdo de Formação Profissional seja o predominante nas IES.

De acordo com a Resolução nº 4 de 13 de julho de 2005 e com Nicolini e Andrade (2015), as disciplinas que compõem o Eixo de Formação Profissional podem ser classificadas nas seguintes subáreas da administração: organização, pessoas, marketing, finanças e operação.

Conforme Maximiano (2004), a teoria administrativa resulta da organização e de resultados das experiências práticas ao longo do tempo. A subárea denominada Organização abrange as disciplinas que são essenciais para o desenvolvimento do estudo da Administração, como Fundamentos de Administração, Teoria Geral da Administração, Comportamento Organizacional, entre outras.

A subárea Pessoas é composta por disciplinas que objetivam preparar o gestor para administrar os seus recursos humanos de forma otimizada. Consoante Oliveira (2009), de todos os recursos necessários de uma organização, os recursos humanos são os mais complexos de administrar devido à imprevisibilidade das pessoas.

De acordo com Maximiano (2000), a subárea de Marketing é a principal responsável pela gestão da relação entre empresa e mercado. Esta subárea envolve as disciplinas mercadológicas, as quais buscam satisfazer a expectativa do cliente em relação ao produto (KOTLER; KELLER, 2006).

A subárea de Finanças tem como principal função gerir os recursos econômicos e financeiros da empresa. Ela é composta por disciplinas que têm como principal objetivo ensinar a administração dos recursos financeiros para que a organização mantenha-se em operação (OLIVEIRA, 2009).

Por fim, na subárea Operação são abordadas as disciplinas relacionadas às atividades práticas da empresa, como por exemplo, Logística e Administração da Produção. Segundo Maximiano (2000) esta subárea relaciona as atividades práticas que a organização desenvolve como planejamento e controle da produção, compra e controle de qualidade da matéria prima e mobilização de recursos para a distribuição física do produto final.

Para Ribeiro e Sacramento (2009), a grande finalidade da Resolução nº 4 de 2005 foi a mudança proposta de currículo mínimo para sistema de habilidades e competências, a qual buscou formar profissionais com o espírito crítico e flexível. Entretanto, os referidos autores argumentam que isso não vem sendo alcançado, pois as IES têm se prendido a um currículo mínimo mesmo que este não seja mais uma exigência legal.



3. METODOLOGIA

3.1 Delineamento da Pesquisa

Para que fosse possível alcançar o objetivo proposto, utilizou-se inicialmente a classificação das disciplinas conforme os Eixos de Formação abordados na Resolução n° 4 de 13 de julho de 2005, o que caracterizou a pesquisa como qualitativa. Segundo Gressler (2004), a pesquisa qualitativa é aquela que aborda as informações de maneira descritiva e considera as partes inter-relacionadas, não se utilizando de métodos estatísticos.

Em seguida, quantificou-se percentualmente a participação dos Eixos de Formação nas matrizes curriculares dos cursos de Administração do Estado de Minas Gerais. Sendo assim, considerou-se também a presença da abordagem quantitativa na pesquisa, a qual, de acordo com Gressler (2004), é aquela que quantifica os dados e as informações, utilizando-se de métodos estatísticos.

Após identificar o Eixo de Formação predominante, esse passou a ser o foco de estudo, já que classificou-se as disciplinas que o compuseram consoante as áreas da Administração para que o percentual destas fosse calculado. Ressalta-se que essa terceira parte também caracterizou a pesquisa como quantitativa.

Quanto aos critérios utilizados para classificar a pesquisa, Vergara (2010) propõe dois, quanto aos fins e quanto aos meios. Quanto aos fins esta pesquisa classificou-se como descritiva, pois buscou evidenciar a participação dos Eixos de Formação segundo a Resolução CNE/CES n° 4 de 13 de julho de 2005 e das áreas da Administração nas matrizes curriculares dos cursos de Administração nas Instituições de Ensino Superior Federais de Minas Gerais. Vergara (2010, p. 43) define esse tipo de pesquisa como sendo aquela que “expõe características de determinada população ou determinado fenômeno”.

Quanto aos meios, a presente pesquisa foi classificada como documental, pois utilizou-se de documentos de órgãos públicos, principalmente, da regulamentação Resolução n° 4 de 13 de Julho de 2005 e das matrizes curriculares ou projeto pedagógico do curso (PPC) das Instituições Federais de Ensino Superior do Estado de MG. Marconi e Lakatos (2010, p. 157) descrevem a pesquisa documental como sendo aquela na qual “[...] a fonte de coleta de dados está restrita a documentos, escritos ou não, constituindo o que se denomina de fontes primárias [...]”. Ainda quanto aos meios, classificou-se a pesquisa como bibliográfica, já que segundo Gil (2009) esta fundamenta-se em matérias previamente elaboradas, como livros e publicações periódicas.

3.2 Objetos de Estudo



Foram analisadas as matrizes curriculares dos cursos de bacharelado em Administração de 14 instituições que totalizaram 24 *Campus*, os quais disponibilizaram o Projeto Pedagógico dos Cursos (PPC) ou a Matriz Curricular no sítio eletrônico ou responderam ao contato telefônico que foi realizado. Das 14 instituições, 4 fazem parte da rede federal profissionalizante e 10 são Universidades Federais, como se verifica no Quadro1.

3.3 Coleta e Análise de Dados

Para a realização da pesquisa utilizou-se de dados secundários, os quais foram coletados nos sítios eletrônicos das instituições ou por e-mail. Ressalta-se que as informações necessárias para o desenvolvimento desta pesquisa foram obtidas por meio das matrizes curriculares ou do PPC dos cursos de bacharelado em administração disponibilizados pelas instituições estudadas.

Após o levantamento das informações necessárias das Instituições de Ensino Superior Federal do Estado de Minas Gerais, efetuou-se a classificação das disciplinas consoantes os eixos de formação estabelecidos pela Resolução CNE/CES nº 4 de 13 de julho de 2005, os quais são Básico; Profissional; Quantitativo e Suas Tecnologias; e Complementar. Em seguida, elaborou-se um gráfico para cada Eixo de Formação, especificando o percentual de disciplinas do Eixo para cada Instituição de Ensino Superior Federal estudada.

Depois de identificar o Eixo de Formação predominante nas matrizes curriculares e no PPC dos cursos de bacharelado em administração das Instituições de Ensino Superior Federal do Estado de Minas Gerais, realizou-se a classificação das disciplinas segundo as subáreas de Administração. Em seguida, calculou-se o percentual médio de disciplinas que pertenciam a cada subárea.

Para uma melhor visualização dos resultados, utilizou-se de gráficos que foram elaborados pelo programa Microsoft Excel 2013®.

4. RESULTADOS

A seguir, apresenta-se a discussão dos resultados dos Eixos de Formação Básico; Profissional; Quantitativo e Suas Tecnologias; e Complementar. Posteriormente, tem-se a análise específica do Eixo predominante nas matrizes curriculares e PPCs dos cursos de bacharelado em Administração das Instituições de Ensino Superior Federal do Estado de Minas Gerais.

Quadro 1. Relação das Instituições e de seus respectivos *Campus* analisados nesta pesquisa.

INSTITUIÇÃO	CIDADE/CAMPUS
IF NORTE MG	ARAÇUAÍ



	ARINOS
	JANUÁRIA
	PIRAPORA
IF SUL MG	MACHADO
IFMG	BAMBUÍ
	FORMIGA
IF SUDESTE MG	BARBACENA
	MURIAÉ
	RIO POMBA
UFJF	JUIZ DE FORA
UFLA	LAVRAS
CEFET	BELO HORIZONTE
UFMG	PAMPULHA
	MONTES CLAROS
UFOP	OURO PRETO
UFSJ	SÃO JOÃO DEL REI
UFU	ITUIUTABA
	UBERLÂNDIA
UFV	FLORESTAL
	VIÇOSA
	RIO PARANAÍBA
UFVJM	TEÓFILO OTONI
UNIFEI	ITAJUBÁ

4.1 Eixo de Formação Básica

De acordo com o Artigo 5º da Resolução nº 4, o eixo de formação básica é composto por disciplinas que englobam conteúdos antropológicos, sociológicos, filosóficos, psicológicos, ético-profissionais, políticos, comportamentais, econômicos e contábeis, bem como os relacionados com as tecnologias da comunicação e da informação e das ciências jurídicas.

Considerando as Instituições que foram estudadas nesta pesquisa, observou que o eixo de formação básica possui a segunda maior frequência de disciplinas. Em média, as instituições analisadas apresentaram 29% de disciplinas que compõem este eixo em suas matrizes curriculares e PPCs.



Das 24 Instituições e *Campus* que compuseram o estudo, oito deles apresentaram o percentual menor do que o da média, sendo que duas Instituições, a saber: UFSJ e CEFET - MG ficaram abaixo da média, mas bem próximas, com 26% e 27% de disciplinas do eixo de formação básica. Já a UFU – Uberlândia foi a Instituição que alcançou o menor percentual de disciplinas no eixo de formação básica, somente 15%, conforme se observa no Figura 1.

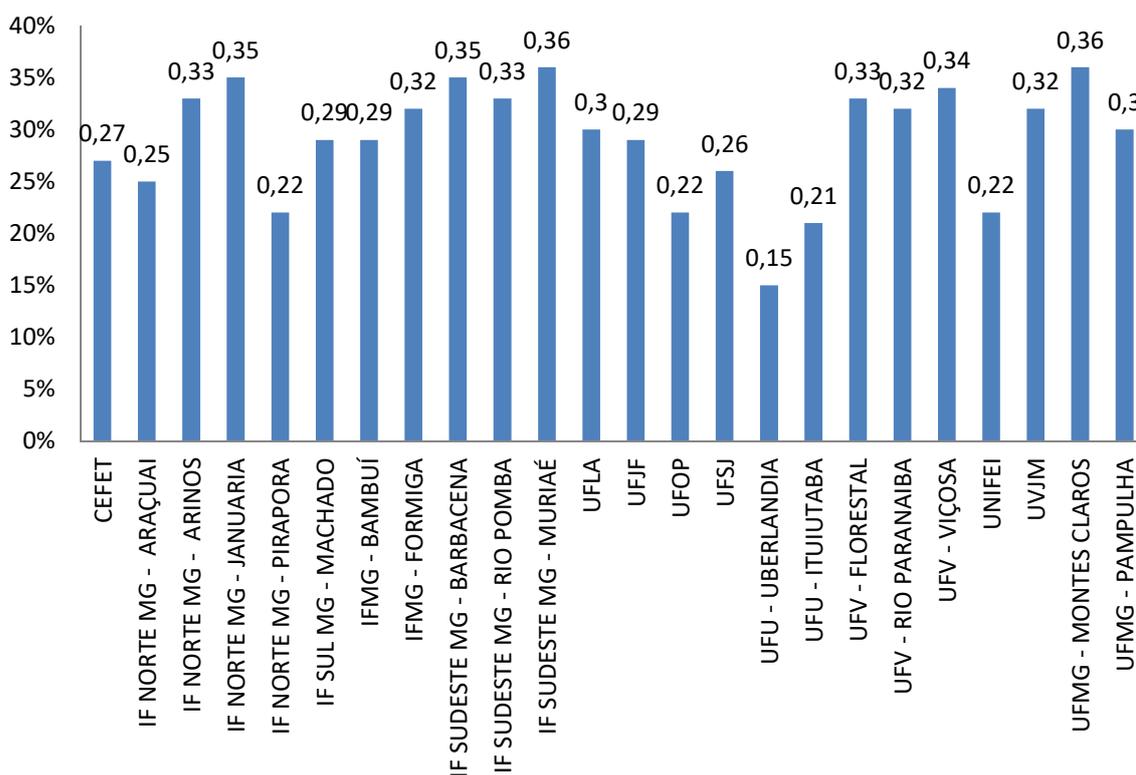


Figura 1. Frequência de disciplinas relacionadas ao eixo de formação básica.

O IF Norte MG – Januária, UFMG - Montes Claros e IF Sudeste MG - *Campus* Barbacena e Muriaé foram as instituições que apresentaram os maiores percentuais de disciplinas no eixo de formação básica, com, respectivamente, 35% e 36%, as duas primeiras e 35% e 36% os *Campus* do IF Sudeste MG, o que pode ser verificado também na Figura 1.



4.2 Eixo de Formação Profissional

Segundo o Artigo 5º da Resolução nº 4 de 2005, as disciplinas que integram o Eixo Profissional são aquelas que os conteúdos estão relacionados com as áreas específicas, envolvendo teorias da administração e das organizações e a administração de recursos humanos, mercado e marketing, materiais, produção e logística, financeira e orçamentária, sistemas de informações, planejamento estratégico e serviços.

Pôde-se observar que o eixo de formação profissional apresentou a maior frequência de disciplinas nos currículos das Instituições analisadas, visto que as matérias que compõem este Eixo apresentaram uma média de 57% da matriz curricular.

Dentre as Instituições e *Campus* analisados nesta pesquisa 14 apresentaram o percentual médio abaixo da média. Entretanto, três deles, IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba, IF Norte MG – *Campus* Araçuaí e UFMG – *Campus* Pampulha obtiveram percentual muito próximo da média, 56%. O Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – *Campus* Arinos apresentou o menor percentual de disciplinas do eixo de formação profissional, 50%, como ilustra a Figura 2.

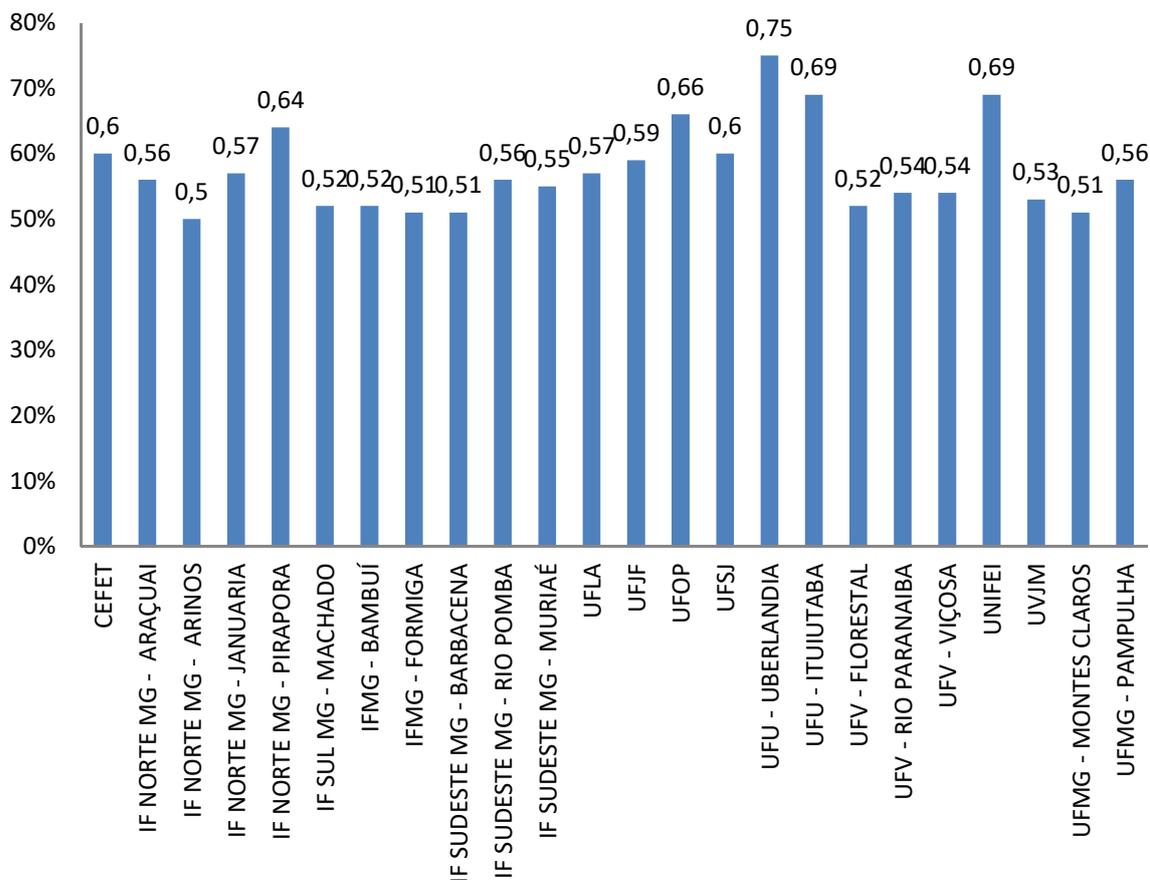


Figura 2. Frequência de disciplinas relacionadas ao eixo de formação profissional.



A Instituição que apresentou o maior percentual de disciplinas do eixo de formação profissional foi a Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Uberlândia com 75%, como se pode observar na Figura 2.

4.3 Eixo de Formação Quantitativo e suas Tecnologias

O Eixo de Formação Quantitativo e suas Tecnologias é constituído pelas disciplinas: pesquisa operacional, teoria dos jogos, modelos matemáticos e estatísticos e aplicação de tecnologias que contribuem para a definição e utilização de estratégias e procedimentos inerentes à administração, conforme Resolução nº 4 de 2005.

O Eixo de Formação Quantitativo e suas Tecnologias foi o que apresentou o menor percentual médio entre os Eixos de Formação da Resolução nº 4 de 2005. Constatou-se que, em média, 13% de disciplinas das matrizes curriculares e dos PPCs das Instituições e dos *Campus* que foram estudados nesta pesquisa compõem o Eixo de Formação Quantitativo e suas Tecnologias, como o Figura 3, a seguir.

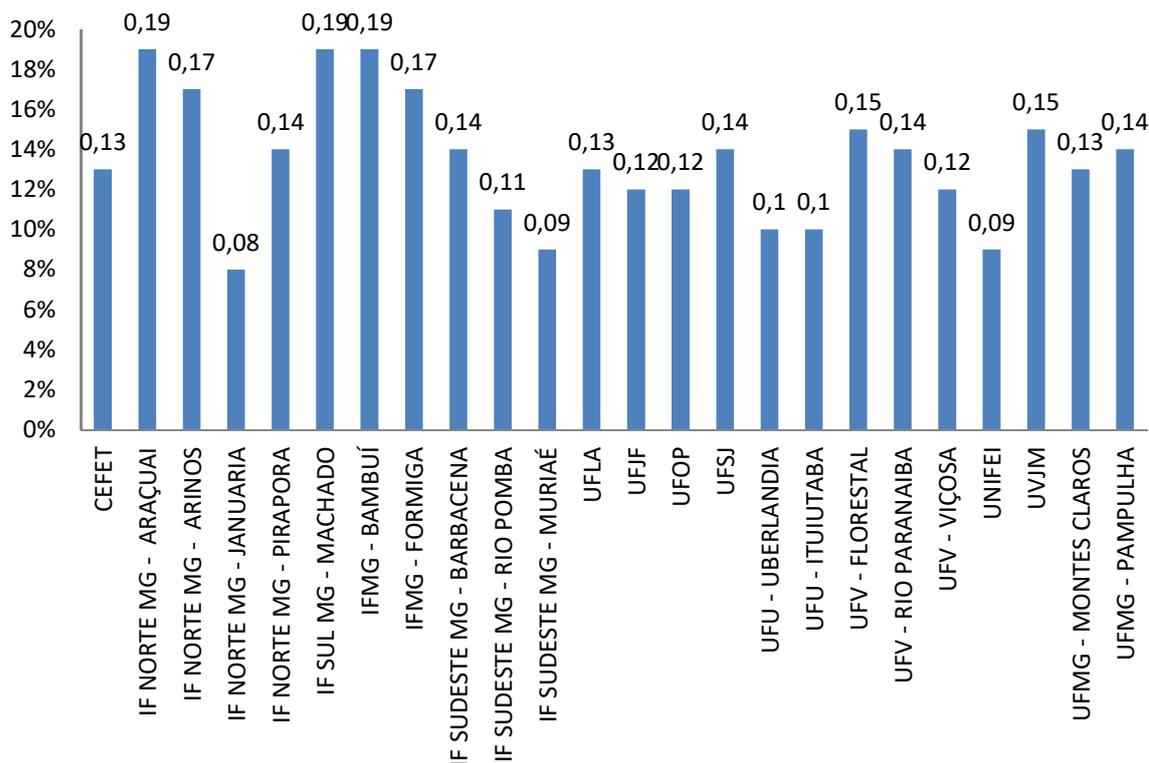


Figura 3. Frequência de disciplinas do eixo de formação quantitativo e suas tecnologias.

Pôde-se observar que nove Instituições e *Campus*, no total, apresentaram o percentual de disciplinas do Eixo de Formação Quantitativo e suas Tecnologias abaixo da média. Enfatiza-se que três delas, a saber, UFJF, UFOP e UFV – *Campus* Viçosa, alcançaram



o percentual de 12%, bem próximo da média. O IF Norte de MG – *Campus* Araçuaí, o IF Sul MG – Machado e o IFMG – *Campus* Bambuí apresentaram o maior percentual de disciplinas do Eixo Quantitativo, 19%, conforme ilustra a Figura 3.

4.4 Eixo de Formação Complementar

O Eixo de Formação Complementar, de acordo com a Resolução nº 4 de 2005, é composto por disciplinas que têm como características estudos opcionais de caráter transversal e interdisciplinar para o enriquecimento do perfil do aluno. Ao desenvolver a pesquisa, constatou-se que há muitas disciplinas optativas nas matrizes curriculares e PPCs porque o aluno escolhe quais fazer entre várias opções disponibilizadas no decorrer do curso. Em virtude disto, o gráfico referente ao Eixo Complementar foi elaborado de conforme a carga horária das disciplinas optativas ofertadas pelas Instituições analisadas.

Percebeu-se durante a pesquisa que cinco Instituições e *Campus*, a saber, IF Norte MG – Araçuaí, IF Norte MG – Arinos, IF Norte MG – Januária, IF Norte MG – Pirapora e UFVJM - Teófilo Otoni não apresentaram a carga horária mínima de disciplinas optativas que os alunos precisam fazer durante o curso (Figura 4). Assim, para a análise do Eixo de Formação Complementar, considerou-se as 19 Instituições e *Campus* restantes dentre os estudados. Constatou-se que a média de carga horária a ser cumprida pelo aluno de disciplinas optativas é de 259 horas.

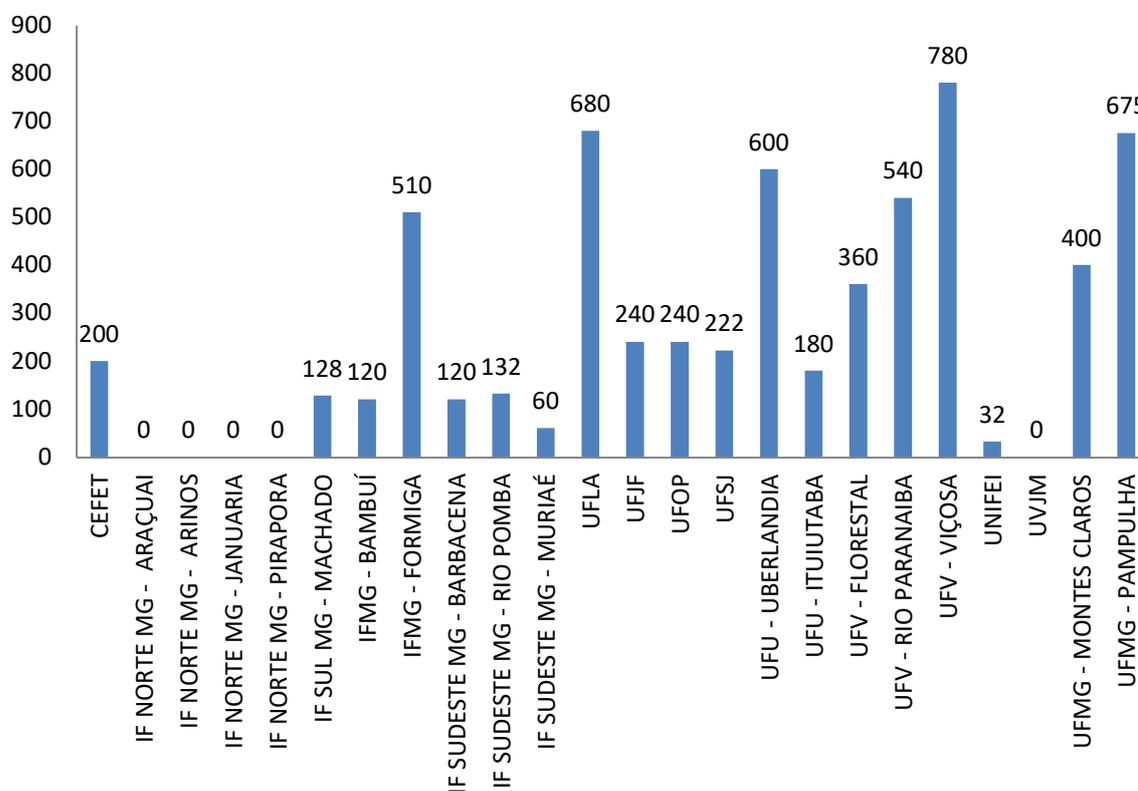


Figura 4. Frequência de disciplinas (carga horária) do eixo de formação complementar.



Ao analisar o resultado para o Eixo de Formação Complementar, percebeu-se que 10 Instituições e *Campus* estudados apresentaram valores abaixo da média, conforme Figura 4. No entanto, a UFOP e a UFJF foram as Instituições que apresentaram os valores mais próximos da média, 240 horas. A UFV – *Campus* Viçosa foi a Instituição que exigiu o cumprimento da maior carga horária de disciplinas optativas, 780 horas.

Após constatar que o Eixo de Formação Profissional é o predominante nas matrizes curriculares e nos PPCs do curso de Administração das Instituições Federais de Ensino Superior do Estado de Minas Gerais, classificou-se as disciplinas presentes nesse Eixo quanto as subáreas administrativas definidas por Nicolini e Andrade (2015), a saber: organização, pessoas, marketing, finanças e operação.

4.5 Subárea Organização

A subárea Organização englobou as disciplinas que são essenciais para o desenvolvimento do conhecimento do estudo em Administração. Considerando as Instituições Federais que foram estudadas nesta pesquisa, observou-se que a subárea Organização possui a segunda maior frequência média. Em média, esta subárea é responsável por 16% da carga horaria do Eixo Profissional, conforme dados da Tabela 1.

Dos 24 *Campus* que compuseram o estudo, 14 deles apresentaram percentual menor do que o da média que é de 16%. Ressalta-se que uma Instituição, a UNIFEI, ficou abaixo da média, mas bem próxima, com 14% de disciplinas da subárea Organização. Já o IF Norte MG – *Campus* Januária e *Campus* Pirapora foram as instituições que alcançaram o menor percentual de disciplinas desta subárea, 9%, conforme se observa na Tabela 1. Destaca-se que as instituições que apresentaram os maiores percentuais na subárea Organização foram a UFV – *Campus* Florestal e a UFOP com 24%.

4.6 Subárea Pessoas

A subárea Pessoas é composta por disciplinas que analisam o componente humano nas organizações. Esta subárea apresentou o menor percentual médio entre as subáreas definidas por Nicollini e Andrade (2015), conforme se observa na Tabela 2.

Constatou-se que, em média, 11% das disciplinas que compõem o Eixo Profissional das Instituições Federais estudadas compõem a subárea Pessoas. Pode-se observar na Tabela 2, que 12 Instituições apresentaram percentual abaixo da média e quatro delas, a saber, UFJF, UNIFEI, IF Norte MG – *Campus* Araçuaí e IF Norte MG – *Campus* Arinos, exibiram percentual bem próximo à média, 10%. A UFV – Viçosa apresentou o maior percentual de disciplinas na subárea Pessoas, 13%.



Tabela 1. Participação da subárea Organização no Eixo de Formação Profissional

INSTITUIÇÕES	CARGA HORÁRIA DO EIXO PROFISSIONAL	CARGA HORÁRIA DA SUBÁREA ORGANIZAÇÃO	PORCENTAGEM
UFLA	799	170	21%
UFSJ	1140	240	21%
UFJF	1260	240	19%
UFOP	1020	240	24%
UFU – UBERLÂNDIA	1740	210	12%
UFU – ITUIUTABA	1620	210	13%
UFV – FLORESTAL	1020	240	24%
UFV – VIÇOSA	900	120	14%
UFV – RIO PARANAÍBA	960	120	13%
UNIFEI	1552	224	14%
UVJM	990	120	12%
UFMG – PAMPULHA	1080	180	17%
UFMG – MONTES CLAROS	900	210	23%
CEFET-MG	1500	150	10%
IF NORTE – ARAÇUAÍ	1600	160	10%
IF NORTE - ARINOS	1640	160	10%
IF NORTE – JANUÁRIA	1720	160	9%
IF NORTE – PIRAPORA	1720	160	9%
IF SUL MG – MACHADO	1312	160	12%
IFMG – BAMBUÍ	1100	120	11%
IFMG – FORMIGA	900	210	23%
IF SUDESTE MG – BARBACENA	1020	180	18%
IF SUDESTE MG – RIO POMA	891	198	22%
IF SUDESTE MG – MURIAÉ	1360	160	12%



Tabela 2. Participação da subárea Pessoas no Eixo de Formação Profissional

INSTITUIÇÕES	CARGA HORÁRIA DO EIXO PROFISSIONAL	CARGA HORÁRIA DA SUBÁREA PESSOAS	PORCENTAGEM
UFLA	799	102	13%
UFSJ	1140	120	11%
UFJF	1260	120	10%
UFOP	1020	120	12%
UFU – UBERLÂNDIA	1740	120	7%
UFU – ITUIUTABA	1620	150	9%
UFV – FLORESTAL	1020	120	12%
UFV – VIÇOSA	900	120	14%
UFV – RIO PARANAÍBA	960	120	13%
UNIFEI	1552	160	10%
UVJM	990	120	12%
UFMG – PAMPULHA	1080	180	17%
UFMG – MONTES CLAROS	900	120	13%
CEFET-MG	1500	120	8%
IF NORTE – ARAÇUAÍ	1600	160	10%
IF NORTE - ARINOS	1640	160	10%
IF NORTE – JANUÁRIA	1720	160	9%
IF NORTE – PIRAPORA	1720	160	9%
IF SUL MG – MACHADO	1312	96	7%
IFMG – BAMBUÍ	1100	120	11%
IFMG – FORMIGA	900	60	7%
IF SUDESTE MG – BARBACENA	1020	120	12%
IF SUDESTE MG – RIO POMA	891	66	7%
IF SUDESTE MG – MURIAÉ	1360	160	12%



4.7 Subárea Marketing

A subárea marketing abrange as disciplinas relacionadas ao setor mercadológico. De acordo com a Tabela 3, em média, 12% das disciplinas que compõem o Eixo Profissional das Instituições estudadas compõem essa subárea.

Observou-se que 11 instituições apresentaram o percentual abaixo da média e duas, a saber, UFSJ e UFMG – Pampulha, apresentaram percentual bem próximo, 11%. Destaca-se o IFMG – Bambuí e a UFLA, pois apresentaram, respectivamente, o maior e o menor percentual, 18% e 4%, na subárea de Marketing, como ilustra a Tabela 3.

4.8 Subárea Finanças

A subárea Finanças engloba as disciplinas relacionadas à administração dos recursos financeiros. Em média, 15% das disciplinas que compõem o Eixo Profissional das Instituições estudadas pertencem à subárea Finanças, conforme dados da Tabela 4.

Das 24 Instituições que compuseram o estudo, 11 apresentaram percentual menor que o da média, e uma a UFJF, ficou abaixo da média, mas bem próxima, com 14% de disciplinas da subárea Finanças. Já o IFMG – Formiga alcançou o menor percentual de disciplinas desta subárea, 7%, como se observa na Tabela 4. A Instituição que apresentou o maior percentual de participação na subárea de Finanças foi a UFV – Rio Paranaíba, 38%.

4.9 Subárea Operação

A subárea Operação aborda o planejamento e controle da compra, da produção e da distribuição do produto final. Esta subárea apresentou a maior frequência média de disciplinas no Eixo de Formação Profissional das Instituições analisadas, 47%.

Ressalta-se que metade das 24 Instituições analisadas apresentou percentual abaixo da média. Entretanto, uma delas, IFMG – Bambuí, obteve percentual muito próximo da média, 45%. A UFV – Rio Paranaíba foi a Instituição que apresentou o menor percentual de disciplinas na subárea Operação, 25%. Destaca-se o IF Norte MG – Januária e IF Norte MG – Pirapora que apresentaram a maior participação na subárea operação, 63%, conforme verifica-se na Tabela 5.



Tabela 3. Participação da subárea Marketing no Eixo de Formação Profissional.

INSTITUIÇÕES	CARGA HORÁRIA DO EIXO PROFISSIONAL	CARGA HORÁRIA DA SUBÁREA MARKETING	PORCENTAGEM
UFLA	799	34	4%
UFSJ	1140	120	11%
UFJF	1260	180	14%
UFOP	1020	120	12%
UFU – UBERLÂNDIA	1740	300	17%
UFU – ITUIUTABA	1620	270	17%
UFV – FLORESTAL	1020	60	6%
UFV – VIÇOSA	840	120	14%
UFV – RIO PARANAÍBA	960	120	13%
UNIFEI	1552	256	16%
UVJM	990	150	15%
UFMG – PAMPULHA	1080	120	11%
UFMG – MONTES CLAROS	900	60	7%
CEFET-MG	1500	180	12%
IF NORTE – ARAÇUAÍ	1600	160	10%
IF NORTE - ARINOS	1640	160	10%
IF NORTE – JANUÁRIA	1720	160	9%
IF NORTE – PIRAPORA	1720	160	9%
IF SUL MG – MACHADO	1312	128	10%
IFMG – BAMBUÍ	1100	200	18%
IFMG – FORMIGA	900	60	7%
IF SUDESTE MG – BARBACENA	1020	120	12%
IF SUDESTE MG – RIO POMA	891	132	15%
IF SUDESTE MG – MURIAÉ	1360	160	12%



Tabela 4. Participação da subárea Finanças no Eixo de Formação Profissional.

INSTITUIÇÕES	CARGA HORÁRIA DO EIXO PROFISSIONAL	CARGA HORÁRIA DA SUBÁREA FINANÇAS	PORCENTAGEM
UFLA	799	68	9%
UFSJ	1140	180	16%
UFJF	1260	180	14%
UFOP	1020	180	18%
UFU – UBERLÂNDIA	1740	270	16%
UFU – ITUIUTABA	1620	270	17%
UFV – FLORESTAL	1020	120	12%
UFV – VIÇOSA	840	180	21%
UFV – RIO PARANAÍBA	960	360	38%
UNIFEI	1552	288	19%
UVJM	990	180	18%
UFMG – PAMPULHA	1080	180	17%
UFMG – MONTES CLAROS	900	240	27%
CEFET-MG	1500	180	12%
IF NORTE – ARAÇUAÍ	1600	160	10%
IF NORTE – ARINOS	1640	160	10%
IF NORTE – JANUÁRIA	1720	160	9%
IF NORTE – PIRAPORA	1720	160	9%
IF SUL MG – MACHADO	1312	192	15%
IFMG – BAMBUÍ	1100	160	15%
IFMG – FORMIGA	900	60	7%
IF SUDESTE MG – BARBACENA	1020	120	12%
IF SUDESTE MG – RIO POMA	891	165	19%
IF SUDESTE MG – MURIAÉ	1360	160	12%



Tabela 5. Participação do Eixo Operação no Eixo de Formação Profissional.

UNIVERSIDADES	CARGA HORÁRIA DO EIXO PROFISSIONAL	CARGA HORÁRIA DA SUBÁREA ORGANIZAÇÃO	PORCENTAGEM
UFLA	799	425	53%
UFSJ	1140	480	42%
UFJF	1260	540	43%
UFOP	1020	360	35%
UFU – UBERLÂNDIA	1740	840	48%
UFU – ITUIUTABA	1020	480	47%
UFV – FLORESTAL	840	240	47%
UFV – VIÇOSA	960	240	29%
UFV – RIO PARANAÍBA	960	240	25%
UNIFEI	1552	624	40%
UVJM	990	420	42%
UFMG – PAMPULHA	1080	420	39%
UFMG – MONTES CLAROS	900	270	30%
CEFET-MG	1500	870	58%
IF NORTE – ARAÇUAÍ	1600	960	60%
IF NORTE - ARINOS	1640	1000	61%
IF NORTE – JANUÁRIA	1720	1080	63%
IF NORTE – PIRAPORA	1720	1080	63%
IF SUL MG – MACHADO	1312	736	56%
IFMG – BAMBUÍ	1100	500	45%
IFMG – FORMIGA	900	510	57%
IF SUDESTE MG – BARBACENA	1020	480	47%
IF SUDESTE MG – RIO POMA	891	330	37%
IF SUDESTE MG – MURIAÉ	1360	720	53%



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como principal finalidade analisar as matrizes curriculares dos cursos de bacharelado em Administração das Instituições de Ensino Federais do Estado de Minas Gerais, a fim de verificar o eixo de formação predominante nelas. Após isto, buscou-se averiguar de forma detalhada as disciplinas que compuseram o mesmo.

Como se esperava, constatou-se neste trabalho que o Eixo de Formação Profissional foi o que mais se destacou nas matrizes curriculares e PPCs dos cursos das Instituições analisadas. Em seguida, com média de 29% das disciplinas ficou o Eixo de Formação Básica e depois, com média de 13% teve-se o Eixo de Formação Quantitativo e suas Tecnologias.

Ressalta-se que o Eixo de Formação Complementar, constituído por disciplinas optativas, foi analisado de forma diferenciada visto a grande quantidade de oferta de disciplinas relacionadas ao mesmo, já que o aluno escolhe quais fazer dentre as várias opções disponibilizadas no decorrer do curso. Desse modo, pôde-se constatar que a média de carga horária exigida pelas Instituições e *Campus* analisados para o Eixo de Formação Complementar foi de 259 horas.

Ao analisar de forma individual o Eixo de Formação Profissional, por ser o Eixo predominante neste estudo, observou-se que a subárea Operação apresentou a maior participação, 47%, entre as disciplinas das Instituições analisadas. A subárea Organização apresentou a segunda maior participação, com percentual médio de 16%, em seguida ficou a subárea Finanças, com percentual médio de 15%, e por fim tiveram-se as subáreas de Marketing e Pessoas, respectivamente com, 12% e 11%.

A contribuição desta pesquisa reside no fato da caracterização dos cursos de bacharelado em Administração de acordo com as disciplinas que compõem os Eixos de Formação e as subáreas da Administração no Eixo Profissional regulamentado pela Resolução nº 4 de 2005.

Quanto às limitações encontradas para o desenvolvimento da pesquisa, destaca-se a dificuldade para a obtenção dos PPCs e das matrizes curriculares dos cursos. Apesar do contato realizado por telefone e e-mail, houve uma Instituição que não retornou e, conseqüentemente, foi excluída do estudo, pois não foi possível a obtenção de documentos necessários para a análise.

Por fim, sugere-se que estudos como este sejam desenvolvidos em Instituições Federais de outros Estados ou em Instituições Privadas do Estado de Minas Gerais, para que seja possível realizar um comparativo com os resultados encontrados nesta pesquisa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



ANDRADE, R.O.B., AMBONI, N.. **Gestão de Cursos de Administração: metodologias e diretrizes curriculares**. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

BRAGA, G *et al.* Análise da Formação Curricular dos Cursos de Administração Oferecidos por Instituições Federais na Zona da Mata Mineira à Luz da Resolução CNE/CES nº 4, de 13 de julho de 2005. **Revista Administração em Diálogo**, São Paulo, v.13, n.3, p.56-68, set./dez. 2011. Disponível em: <revistas.pucsp.br/index.php/rad/article/download/7796/5688>. Acesso em: 13 mar. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução nº 4, de 13 de julho de 2005. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Administração, bacharelado, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 19 jul. 2005. Seção 1, p. 16. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces004_05.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2015.

BRASIL. Congresso. Câmara dos Deputados. Decreto-lei nº 20.158, de 30 de junho de 1931. Organiza o ensino comercial, regulamenta a profissão de contador e dá outras providências. Brasília: Centro de Documentação e Informação (cedi), 1932. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-20158-30-junho-1931-536778-republicacao-81246-pe.html>>. Acesso em: 06 mar. 2015.

COELHO, F.S. **Educação Superior, formação de administradores e setor público: um estudo sobre o ensino de administração pública – em nível de graduação – no Brasil**. 2006. 151p. Tese (Doutorado em Administração Pública e Governo) – FGV, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/2488/86594.pdf?sequence=2&isAllowed=y>>. Acesso em 26 mar. 2015.

COELHO, F.S.; NICOLINI, A.M.. Revisitando as origens do ensino de graduação em administração pública no Brasil (1854-1952). **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v.48, n.2. p.367-388, mar./abr. 2013. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/19640/18361>> Acesso em 20 mar. 2015.

CONSELHO FEDERAL DE ADMINISTRAÇÃO - CFA. **História da Administração**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.cfa.org.br/administracao/historia-da-profissao>>. Acesso em 10 mar. 2015.

CRUZ, L. **Proposta de grade curricular para os cursos de graduação em administração: o caso da FAEB**. 2005. 184f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102602/211885.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 02 de maio de 2015.

GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.



GRESSLER, Lori Alice. **Introdução à pesquisa**: projetos e relatórios. São Paulo: Loyola, 2004. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=XHnajiTNILIC>>. Acesso em 02 maio 2015.

KOTLER, P; KELLER, K. L.. **Administração de Marketing**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice-Hall, 2006.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MAXIMIANO, A.C.A. **Teoria Geral da Administração**. 4. ed. São Paulo. Atlas, 2004.

MAXIMIANO, A.C.A. **Introdução a Administração**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

NICOLINI, A.M.; ANDRADE, R.O.B. (Org.). **Padrão Enade**: análise, reflexões e proposições à luz da taxionomia de Bloom. São Paulo: Atlas, 2015.

NICOLINI, A.M. Qual Será o Futuro das Fábricas de Administradores?, **Revista de Administração de Empresas**, Rio de Janeiro, v.43, n.2, p.44-54, abr./jun. 2003. Disponível em: <http://rae.fgv.br/sites/rae.fgv.br/files/artigos/10.1590_S003475902003000100004.pdf> Acesso em 10 mar. 2015.

NICOLINI, A.M.. **A Graduação em Administração no Brasil: Uma Análise das Políticas Públicas**. 2000. 109 f. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – FGV, Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/3628/000303976.pdf?sequence=1>> Acesso em 20 mar. 2015.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Fundamentos de Administração**: conceitos e práticas essenciais. São Paulo: Atlas, 2009.

PINTO, Vera Regina Ramos; MOTTE JUNIOR, Mario Divo. Uma Abordagem Histórica Sobre o Ensino da Administração no Brasil. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, Rio de Janeiro, v.6, n.4, p.1-28, out./dez. 2012. Disponível em: <www.uff.br/pae/index.php/pca/article/view/250>. Acesso em 10 mar. 2015.

RIBEIRO, D.A.; SACRAMENTO, A.R.S. Ensino e currículo em administração: a opção brasileira. **Rev. Gestão e Planejamento**, Salvador, v. 10, n. 2, p.193-205, jul./dez. 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.unifacs.br/index.php/rgb/article/view/751/769>>. Acesso em 08 jul. 2015.

SILVA, M.R. Ensino de Administração: Um Estudo da Trajetória Curricular do Curso de Graduação. In: Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração e Contabilidade, 1, 2007. Recife. **Anais eletrônicos do Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração e**



Contabilidade. Recife: Anpad. 2007. Disponível em: <
http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/EnEPQ/enepq_2007/ENEPQ39.pdf>. Acesso
em: 13 mar. 2015.

VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 12. ed. São Paulo:
Atlas, 2010.



CAPÍTULO 5 - EFEITO DA MICROBIOTA PSICROTRÓFICA E MESOFÍLICA CONTAMINANTE DO LEITE CRU E PASTEURIZADO NA QUALIDADE DO LEITE UHT

John Warnens Canuto

Cleiton de Souza Batista

Maurilio Lopes Martins

Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto

Aurélia Dornelas de Oliveira Martins

Roselir Ribeiro da Silva

Larissa Mattos Trevizano

1. INTRODUÇÃO

O consumo de leite UHT no Brasil apresentou um considerável crescimento nos últimos 20 anos. Entretanto, mesmo com a expressividade do leite UHT no mercado, um dos entraves da cadeia produtiva é a contaminação do leite cru com bactérias psicrotróficas e esporuladas, apontadas como principais fatores limitantes para a qualidade do produto. A qualidade do leite cru e pasteurizado tem efeito direto sobre a qualidade e vida útil do leite UHT. Assim, a implementação de novos indicadores de qualidade relativos à atividade de enzimas proteolíticas produzidas por bactérias psicrotróficas e à presença de esporos termorresistentes, têm sido empregados para o controle de qualidade de produtos UHT.

Bactérias produtoras de enzimas proteolíticas termorresistentes são as principais causas associadas à ocorrência de coagulação doce, sabor amargo e odores indesejáveis em leite e à formação de biofilmes em superfícies mal higienizadas, o que propicia a resistência a agentes antimicrobianos usados para higienização na indústria de laticínios.

Algumas bactérias do gênero *Bacillus* resistem ao tratamento térmico durante a produção de leite pelo sistema UHT. Uma contagem de microrganismos mesófilos aeróbios superior a 10^2 UFC/mL no produto final, classifica-o como em desacordo com os padrões legais exigidos pelo ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (BRASIL, 1997).

Nos últimos dez anos, pesquisas sobre a qualidade microbiológica do leite vêm sendo realizadas no Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, sendo algumas destas em parceria com a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Unidade Sudeste, com a condução dos ensaios no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do *Campus* Rio Pomba (Tabela 1). Os resultados alcançados contribuíram, consideravelmente, para a difusão de conhecimentos na área de laticínios, formação de recursos humanos e elaboração deste capítulo de livro.



Tabela 1. Projetos de pesquisa e publicações sobre qualidade microbiológica do leite desenvolvidos no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* Rio Pomba.

Projeto de pesquisa	Período	Financiamento	Artigo publicado
Perda de rendimento em queijos produzidos com leite inoculado com <i>Pseudomonas fluorescens</i> e controle da atividade proteolítica desta bactéria em leite cru refrigerado	2007 - 2008	Bolsa de iniciação científica	Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.64, p.27-34, 2009
Caracterização da microbiota psicrotrófica presente no leite cru granelizado da região de Rio Pomba e avaliação do efeito desta sobre o rendimento de produção de queijo minas padrão	2008 - 2009	Bolsa de iniciação científica	Perspectivas Online: Biológicas e Saúde, v.9, p.46-55, 2013
Enumeração, isolamento, caracterização e controle do crescimento de <i>Staphylococcus aureus</i> isolado de leite cru	2008 - 2009	Bolsa de iniciação científica	Perspectivas Online: Biológicas e Saúde, v.9, p.28-36, 2013
Caracterização e avaliação do potencial deteriorador dos isolados psicrotróficos proteolíticos da coleção de cultura do Laboratório de Microbiologia	2009 - 2010	Bolsa de iniciação científica	Tecnologia Láctea Latinoamericana, v.73, p.54-59, 2012
Diagnóstico e melhoramento da qualidade do leite cru do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, <i>Campus</i> Rio Pomba	2009 – 2010	Iniciação científica – PIVICTI	Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.66, p.31-39, 2011
Caracterização da microbiota psicrotrófica do leite cru granelizado da região de Rio Pomba-MG e avaliação de sua atividade sobre o rendimento de produção de queijos	2009 – 2011	FAPEMIG - Edital Universal 01/2008	Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.65, p.5-11, 2010 Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.66, p.31-39, 2011 Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.68, p.24-32, 2013 Revista Administração em Diálogo - RAD, v. 17, p. 146-161, 2015
Isolamento e caracterização de bactérias esporuladas contaminantes em leite UHT e sua relação com a qualidade sensorial do produto	2010 – 2012	FAPEMIG - Edital 99/2010	Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v.4, p.6-15, 2014 International Journal of Dairy Technology, 2016, No prelo
Isolamento e caracterização de <i>Escherichia coli</i> produtoras de toxina Shiga - STEC em Rio Pomba e cidades circunvizinhas	2010 – 2011	Bolsa de iniciação científica	Vértices, v.15, p.49-59, 2013 International Food Research Journal, v.21, p.2481-2486, 2014



Ciência e Tecnologia no *Campus* Rio Pomba do IF Sudeste MG: contribuições para a Zona da Mata Mineira

Projeto de pesquisa	Período	Financiamento	Artigo publicado
Caracterização da microbiota contaminante e da qualidade sensorial de leite UHT e proposição de alternativas para melhoria de sua qualidade	2011 – 2012	PET Ciências Agrárias Iniciação científica – PIVICTI	International Journal of Dairy Technology, 2016, No prelo
Determinação dos principais agentes causadores de mastite bovina no rebanho leiteiro do Departamento de Zootecnia do IF Sudeste MG, <i>Campus</i> Rio Pomba e avaliação do uso de extrato de aroeira na prevenção da mastite bovina	2011 – 2012	Bolsa de iniciação científica	Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.69, p.45-52, 2014
Qualidade físico-química de leite UHT, caracterização, identificação e avaliação do potencial deteriorador de bactérias esporuladas isoladas deste alimento	2012 – 2013	PET Ciências Agrárias Iniciação científica – PIVICTI	Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS), v.4, p.6-15, 2014 International Journal of Dairy Technology, 2016, No prelo
Influência da cloração da água utilizada na higienização dos tanques de expansão na qualidade do leite cru refrigerado granelizado	2012 – 2013	Bolsa de iniciação científica	-
Atuação do Grupo PET Ciências Agrárias do IF Sudeste MG em Produção Agroindustrial e Desenvolvimento Rural Sustentável	2012 - 2014	FAPEMIG - Edital 10/2012	Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v.68, p.24-32, 2013
Influência da qualidade microbiológica na estabilidade térmica do leite cru refrigerado granelizado	2013 - 2014	Bolsa de iniciação científica	-
Estudo de correlação entre a qualidade do leite cru refrigerado e do leite UHT integral	2013 - 2015	Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos	Dissertação de mestrado defendida em 2015
Qualidade microbiológica do leite cru versus grau de proteólise do leite UHT	2014 - 2015	PET Ciências Agrárias Iniciação científica – PIVICTI Iniciação científica – BICJr	Dissertação de mestrado defendida em 2015
Desenvolvimento de kit para avaliação da proteólise do leite e implementação do mesmo como rotina na plataforma de recepção de uma indústria de laticínios	2014 - 2016	CNPq - Edital SETEC/MEC 17/2014	Dissertação de mestrado defendida em 2015
Potencial proteolítico de bactérias psicrotróficas associadas à perda de qualidade de leite cru refrigerado	2015 - 2017	FAPEMIG – Edital 99/2014	-
Potencial proteolítico de bactérias psicrotróficas isoladas de leite cru refrigerado	2015 - 2016	PET Ciências Agrárias Iniciação científica – PIVICTI	-
Diversidade Genética de Bactérias Esporuladas do Gênero <i>Bacillus</i> Contaminantes de Leite UHT	2015 - 2016	PET Ciências Agrárias Iniciação científica – PIVICTI	-
Diagnóstico e melhoramento da qualidade do leite cru de uma propriedade rural do município de Rio Pomba, MG	2016 - 2017	Iniciação científica – BICJr	-

(-) Artigos em fase de elaboração



2. HISTÓRICO DA PRODUÇÃO DE LEITE UHT NO BRASIL

O leite fluido disponível no mercado brasileiro inclui o leite pasteurizado, o leite UHT (Ultra Alta Temperatura) e o leite aromatizado. O leite UHT é definido como o leite homogeneizado, submetido à temperatura de 130 °C a 150 °C por 2 a 4 segundos mediante processo térmico de fluxo contínuo e resfriado, imediatamente, a uma temperatura inferior a 32 °C, envasado em condições assépticas, em embalagens previamente esterilizadas e hermeticamente fechadas (BRASIL, 1997). Desta forma, o produto, do ponto de vista bacteriológico, é considerado estável à temperatura ambiente por vários meses (TETRA PAK, 1996).

O leite longa vida ou UHT foi introduzido no mercado brasileiro em 1972. Até início dos anos 90, o produto tinha participação reduzida no mercado, principalmente, pelo desconhecimento do processo *Ultra High Temperature* ou “Ultra Alta Temperatura” (UHT/UAT). Nessa época, já disponível ao consumidor brasileiro há 18 anos, o leite longa vida ainda ocupava lugar modesto no mercado de consumo de leite fluido no país (Associação Brasileira de Leite Longa Vida - ABLV, 2013).

Diante desse cenário, em 1994 a ABLV foi constituída com a finalidade de promover o consumo do produto no Brasil. Segundo a ABLV, de um volume anual consumido de leite UHT na ordem de 450 milhões de litros processados em 1992, o consumo saltou para mais de 6 bilhões de litros no ano de 2012. Assim, o produto atingiu 78% do total do leite fluido de consumo no país e movimentou R\$ 14 bilhões em 2012 (ABLV, 2013). Para o ano de 2013, a estimativa da ABLV projetou um aumento de cerca de 700% nas vendas do leite UHT, o que corresponde a 6,13 bilhões de litros em um mercado total de 10,5 bilhões de litros de leite de consumo.

Vários fatores contribuíram para a conquista do consumidor de leite UHT brasileiro, como o tipo de embalagem, que é percebida pelo consumidor como de qualidade superior, comparada às embalagens plásticas usadas no envase de leite pasteurizado. Além disso, o produto garante uma vida útil de vários meses, não requer refrigeração durante o transporte, distribuição, no ponto de venda ou no domicílio, o que tem como consequência uma considerável economia de energia, além da praticidade. Em virtude da refrigeração ser desnecessária, o leite UHT torna-se mais apropriado para o abastecimento das regiões do país onde a distribuição e a refrigeração são deficientes.

Sendo assim, com uma crescente produção e consumo de leite UHT no Brasil, tornou-se necessário o desenvolvimento de pesquisas relacionadas à qualidade do produto acabado e do leite cru destinado ao processamento UHT (PINTO *et al.*, 2002; PINTO, 2004; BATISTA, 2015). Sabe-se que esse tratamento térmico reduz a sobrevivência de



microrganismos, sendo o produto classificado como comercialmente esterilizado. Portanto, o emprego de leite cru de boa qualidade associado a adequados processos tecnológicos permitem aumentar a vida de prateleira desse alimento.

3. FATORES LIMITANTES DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DO LEITE UHT

A adoção da prática de estocagem em condições de refrigeração na fonte de produção praticamente elimina a deterioração do leite por bactérias mesofílicas (FAIRBAIRN; LAW, 1986). Entretanto, a manutenção do leite cru em temperaturas de refrigeração pode ocasionar a seleção de bactérias psicrotróficas (COUSIN, 1982; PINTO, 2004; MARTINS *et al.*, 2005). Estes microrganismos são capazes de se multiplicar a 7 °C ou menos, independente de sua temperatura ótima de crescimento (COUSIN, 1982). Para isto, eles possuem mecanismos de adaptação a baixas temperaturas que devem ser conhecidos e considerados, o que pode auxiliar no controle do seu crescimento no leite. A adaptação a baixas temperaturas é dependente de modificações dos lipídeos e das proteínas. Segundo Russell (1990), as alterações nos lipídeos são importantes no mecanismo de regulação da fluidez e permeabilidade da membrana celular. De acordo com este autor, alterações nas proteínas são de natureza genotípica e estão relacionadas às propriedades das enzimas e ao sistema de tradução.

Batista (2015) constatou temperaturas acima de 4 °C no armazenamento de leite cru e de leite pasteurizado em uma indústria de laticínios do estado de Minas Gerais (Tabela 2), o que possibilita crescimento rápido de bactérias psicrotróficas e liberação de enzimas deterioradoras extracelulares, como proteases e lipases, que clivarão as proteínas e gorduras do leite, resultando em geleificação do leite UHT, bem como odores indesejáveis e sabor amargo neste alimento. De acordo com esse autor, uma vez que o leite cru permanece por até cinco horas sob refrigeração na indústria avaliada, poderá ocorrer aumento de, aproximadamente, 1 ciclo logaritmo na contagem de microrganismos psicrotróficos, já que estas bactérias têm, em média, de 6 a 9 horas para realizar a divisão celular a 7 °C ou menos (WHITE, 2001; PINTO *et al.*, 2014). Destaca-se ainda que após a pasteurização, o leite pode permanecer por até 30 horas no silo de armazenamento da indústria até o direcionamento ao processo UHT, o que também pode comprometer a sua qualidade associada à multiplicação de bactérias termodúricas psicrotróficas e de pós-contaminantes psicrotróficos caso estejam presentes.

Tabela 2. Temperatura média do leite armazenado em tanques isotérmicos de uma indústria de laticínios do estado de Minas Gerais



Estação do ano	Leite cru (°C)	Leite pasteurizado (°C)
Inverno	7,0	6,0
Primavera	8,0	6,0
Verão	7,0	8,0
Outono	7,0	7,0

Fonte: Batista (2015).

A maioria da microbiota psicrotrófica de relevância para a indústria de laticínios inclui espécies de bactérias Gram-negativas dos gêneros *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Serratia*, *Alcaligenes*, *Chromobacterium* e *Flavobacterium* e bactérias Gram-positivas dos gêneros *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus* e *Microbacterium* spp. (COUSIN, 1982; RYSER, 1999; PINTO, 2004). Dentre os microrganismos que resistem à pasteurização, espécies do gênero *Bacillus* são predominantes, especialmente *Bacillus licheniformis* e *Bacillus cereus* (COUSIN, 1982; MATTA; PUNJ, 1996; MATTA; PUNJ, 1999; PINTO, 2004; HASSAN *et al.*, 2009).

A contaminação do leite cru com bactérias psicrotróficas e formadoras de esporos representa um dos principais problemas na cadeia produtiva do leite UHT. Embora o tratamento térmico empregado para o processamento UHT inative as células vegetativas de microrganismos presentes no leite, as formas esporuladas poderão estar presentes no produto, caso as condições de obtenção da matéria-prima sejam inadequadas. Além disto, considerando o potencial deteriorador dos microrganismos contaminantes, enzimas termorresistentes produzidas por bactérias psicrotróficas podem modificar as características físico-químicas do produto durante seu período de estocagem.

A multiplicação de bactérias psicrotróficas no leite cru predispõe as proteínas a efeitos deletérios quando o leite é submetido a tratamentos térmicos em temperaturas ultraelevadas (PINTO, 2004). Gillis *et al.* (1985) constataram a atividade de enzimas termorresistentes de bactérias psicrotróficas que reduziram a qualidade e a vida útil do leite UHT. Estes autores também observaram que a qualidade microbiológica de amostras de leite cru influenciou o grau de proteólise do produto acabado, sendo que maiores valores foram observados quando a matéria-prima apresentava contagens de bactérias psicrotrófias entre 10^5 - 10^6 UFC/mL.

Segundo Batista (2015), as contagens de microrganismos psicrotróficos do leite cru e do leite pasteurizado de uma indústria de laticínios de Minas Gerais não diferiram nas estações do ano e apresentaram média 7,17 log UFC/mL e 2,64 log UFC/mL, respectivamente (Tabela 3). As contagens de microrganismos psicrotróficos proteolíticos do leite cru e do leite pasteurizado também não diferiram nas estações do ano e apresentaram média de 6,51 log UFC/mL e 2,20 log UFC/mL, respectivamente (Tabela 3). Esse autor constatou ainda que 90% da microbiota psicrotrófica encontrada no leite cru era proteolítica.



Tabela 3. Resultados médios da contagem de microrganismos psicrotróficos e psicrotróficos proteolíticos (log UFC/mL) do leite cru e pasteurizado

Contagem	Estação do ano	Cru	Pasteurizado
Psicrotróficos	Inverno	7,02 a	1,24 a
	Primavera	7,51 a	2,85 a
	Verão	7,41 a	4,75 a
	Outono	6,74 a	1,74 a
	Média	7,17 A	2,64 B
Psicrotróficos proteolíticos	Inverno	6,35 a	0,86 a
	Primavera	6,76 a	2,26 a
	Verão	6,68 a	4,10 a
	Outono	6,27 a	1,60 a
	Média	6,51 A	2,20 B

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, respectivamente, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Batista (2015)

Além disso, Batista (2015) verificou redução de 4,53 e 4,31 ciclos logarítmicos, respectivamente, na contagem de microrganismos psicrotróficos e psicrotróficos proteolíticos após a pasteurização do leite. Estes resultados mostraram que a maior parte dos microrganismos termodúricos psicrotróficos encontrados no leite cru são proteolíticos, o que representa um grande problema para a indústria laticinista levando em consideração que após a pasteurização o leite pode ficar nos silos de armazenamento por longos períodos, o que é desaconselhável. Essa alta contagem de psicrotróficos e psicrotróficos proteolíticos está correlacionada diretamente com a ausência das boas práticas de obtenção do leite.

A presença de enzimas proteolíticas em concentração suficiente para comprometer a integridade da micela de caseína torna inviável a produção de leite UHT e de queijos a partir de leite cru com contagens de microrganismos psicrotróficos superior a 10^6 UFC/mL, ou quando a contagem de microrganismos psicrotróficos proteolíticos for superior a 10^4 UFC/mL (PINTO, 2004; PINTO *et al.*, 2014) pela possibilidade de desencadear a sedimentação, geleificação, a ocorrência de sabores indesejáveis no leite UHT e perda de peptídeos no soro, com consequente perda de rendimento na produção de queijos.

Ressalta-se que os programas que asseguram a qualidade de produtos UHT diferem consideravelmente daqueles empregados para produtos pasteurizados, uma vez que, a maioria dos defeitos que limitam a aceitabilidade de produtos UHT resulta das alterações físicas, químicas e enzimáticas após longo tempo de estocagem (DUNKLEY; STEVENSON, 1987; DATTA; DEETH, 2001).

Além das bactérias psicrotróficas, bactérias esporuladas dos gêneros *Bacillus* e *Paenibacillus* são os principais microrganismos apontados como fator limitante para a qualidade do leite fluido obtido em más condições higiênicas (HUCK *et al.*, 2007). O controle



de espécies destes gêneros é de grande importância na cadeia produtiva do leite, considerando que essas bactérias também produzem enzimas proteolíticas e lipolíticas termorresistentes causadoras de odores indesejáveis, coagulação doce e sabor amargo em leite (HUCK *et al.*, 2007). Estes microrganismos são capazes de formar biofilmes em superfícies mal higienizadas, as quais oferecem condições ótimas para esporulação. Esporos do gênero *Bacillus* são encontrados no solo e pastagens (COUSIN, 1982; PINTO, 2004).

Além disto, na indústria de laticínios, os procedimentos inadequados de higiene, limpeza, sanitização e a microbiota contaminante do ambiente são considerados como principais causas de contaminação por microrganismos deterioradores e patogênicos. A presença de microrganismos acumulados na forma de biofilmes em superfícies de contato com os alimentos pode levar a contaminações antes e após o processamento, causando deteriorações ou enfermidades de origem alimentar (ZOTTOLA; SASAHARA, 1994; AUSTIN; BERGERON, 1995).

As células em biofilmes são, no mínimo, 500 vezes mais resistentes a agentes antibacterianos (Le MAGREX *et al.*, 1994; COSTERTON *et al.*, 1995). Nesta condição, substâncias poliméricas extracelulares, como os polissacarídeos, representam uma barreira de proteção que comprometem a atividade de compostos sanitizantes oxidantes e não oxidantes (Le MAGREX *et al.*, 1994; MITTELMAN, 1998).

Portanto, a implementação de novos padrões microbiológicos para o leite cru destinado ao processamento UHT, bem como as boas práticas agropecuárias e de fabricação são fundamentais neste processamento. O monitoramento dos procedimentos de higienização e do binômio tempo/temperatura aplicado no processamento térmico também são de fundamental importância para a qualidade deste alimento.

4. ESTABILIDADE TÉRMICA DE ENZIMAS DETERIORADORAS DO LEITE PRODUZIDAS PELA MICROBIOTA PSICROTRÓFICA

A multiplicação de microrganismos psicotróficos no leite e em produtos lácteos associa-se a problemas relacionados ao seu potencial deteriorador devido à produção de enzimas proteolíticas, lipolíticas e fosfolipases estáveis a altas temperaturas (NETTO, 2012).

Bactérias do gênero *Pseudomonas* são as principais representantes psicotróficas deterioradoras de alimentos. Elas são eliminadas por meio de tratamentos térmicos utilizados rotineiramente na indústria, mas suas enzimas termoestáveis apresentam atividade mesmo após o tratamento UHT (CHEN *et al.*, 2003; PINTO *et al.*, 2006). A inativação de 90% da atividade de proteases extracelulares produzidas por *Pseudomonas* pode ser alcançada a 72 °C, por 4 a 5 horas ou a 120 °C, por 7 minutos (SØRHAUG; STEPANIAK, 1997), entretanto, estes tratamentos são considerados altamente prejudiciais às características do leite (PINTO



et al., 2013). As proteases de *Pseudomonas* apresentam temperatura ótima entre 30 °C a 45 °C, grande atividade a temperaturas próximas de 4 °C a 7 °C comparado a enzimas produzidas por microrganismos mesófilos (SØRHAUG; STEPANIAK, 1997, NETTO, 2012). Por outro lado, as enzimas produzidas por bactérias termofílicas são estáveis a temperaturas entre 60 °C a 80 °C ou superiores, o que demonstra a sua alta resistência térmica.

A principal protease produzida por *P. fluorescens* é uma metaloenzima, que contém um átomo de zinco e até oito átomos de cálcio por molécula. Essa protease é ativa sobre as caseínas e apresenta baixa atividade sobre as proteínas do soro. O cálcio é essencial para a atividade da protease de *Pseudomonas* e a presença desse íon é necessária para a estabilidade térmica desta enzima (NETTO, 2012; MARTINS *et al.*, 2015).

A microbiota psicrotrófica presente no leite é um fator importante para a qualidade do leite UHT. Entretanto, de acordo com a literatura, a contaminação do leite por bactérias psicrotóficas proteolíticas é frequente e de difícil controle (PINTO *et al.*, 2006). Estudos demonstraram que as enzimas proteolíticas de bactérias psicrotóficas apresentaram alta atividade residual após o tratamento térmico (TOPÇU *et al.*, 2006; MARCHAND *et al.*, 2009). Assim, problemas relacionados à geleificação e aparecimento de sabor amargo em leite UHT devido essa atividade residual são frequentes (TOPÇU *et al.*, 2006).

Por outro lado, muitas bactérias psicrotóficas produzem proteases termossensíveis, sendo eliminadas junto com as bactérias que as produzem durante os tratamentos térmicos. Entretanto, durante o período de armazenamento do leite antes da pasteurização, estas enzimas são ativas e atuam sobre as caseínas, e ocasionam a instabilidade da micela. Assim, é imprudente manter o leite cru em condições de refrigeração por longo tempo antes do processamento.



5. PROTEÓLISE DO LEITE

As enzimas proteolíticas de importância em leite e derivados podem ser de origem microbiana ou endógena.

As proteases produzidas por microrganismos, principalmente por bactérias psicrófilas, proteolizam as caseínas com consequente modificação das características físico-químicas do leite durante a sua vida de prateleira. As caseínas formam um grupo de proteínas específicas do leite que correspondem a, aproximadamente, 80% do total de proteínas do leite bovino. Associado a sua importância comercial, as caseínas têm sido estudadas extensivamente (WAUGH, 1958; SCHMIDT; FOX, 1982; WALSTRA, 1990; WALSTRA, 1999; FOX; McSWEENEY, 2003; HORNE, 2003; De KRUIF; HOLT, 2003; HORNE, 2006; DALGLEISH; CORREDIG, 2012).

As quatro principais caseínas do leite são α_1 , α_2 , β e κ , e representam, respectivamente, 37%, 10%, 35% e 15% do total de caseínas (FOX; McSWEENEY, 2003). Essas proteínas estão presentes no leite como uma associação de moléculas altamente hidratadas, denominadas micelas de caseína, que constituem 94% de proteínas (caseínas) e 6 % de constituintes de baixo peso molecular. Estes últimos são normalmente referidos como fosfato de cálcio coloidal, constituído, principalmente, de cálcio, fosfato, pequena quantidade de magnésio e citrato, além de traços de outros elementos.

As enzimas proteolíticas de natureza bacteriana agem, em sua maioria, sobre a κ -caseína, resultando na desestabilização das micelas e na coagulação do leite, sendo esta ação análoga a da quimosina (FAIRBAIRN; LAW, 1986; RECIO *et al.*, 2000). Esta ação proteolítica pode causar a geleificação do leite UHT (DATTA; DEETH, 2001).

A geleificação pode ser caracterizada por formação de um gel durante o prazo de validade do produto. Este gel é constituído por uma matriz proteica tridimensional mantida por interações entre a proteína do soro β -lactoglobulina e a κ -caseína da micela de caseína. Estas interações resultam na formação de um complexo entre β -lactoglobulina e κ -caseína (ENRIGHT *et al.*, 1999).

O mecanismo proposto para explicar o processo de geleificação é dividido em duas etapas. Na primeira, o complexo β - κ é dissociado da micela de caseína devido à degradação de múltiplos sítios na κ -caseína. Na segunda etapa, esses complexos se unem em uma matriz tridimensional, onde ocorre a formação de um gel, na forma de um creme, sendo formado quando uma concentração crítica do complexo β - κ é alcançada. Os fatores que influenciam, significativamente, o início da geleificação inclui: o tipo e/ou severidade do tratamento térmico, o estágio de lactação, a proteólise durante a estocagem, a contagem de células somáticas, a qualidade microbiológica do leite cru, a sazonalidade, o uso de aditivos e o conteúdo de gordura (DATTA; DEETH, 2001).



A proteólise do leite pode também ser associada à atividade de proteases endógenas como a plasmina, uma serina protease, e seu precursor inativo, o plasminogênio (HUMBERT *et al.*, 1983; BASTIAN; BROWN, 1996). A plasmina hidrolisa, principalmente, a β -caseína e α_{s2} -caseína e, em menor extensão, α_{s1} -caseína, enquanto a κ -caseína é resistente à hidrólise por esta enzima (RECIO *et al.*, 2000). Quando as concentrações de plasmina presentes no leite são muito baixas (14 a 75 $\mu\text{g}/100\text{mL}$), os problemas tecnológicos não se manifestam em produtos com vida de prateleira curta. Entretanto, em concentrações moderadas, a atividade desta enzima pode ser deletéria para produtos de vida de prateleira longa (PINTO, 2004). Além disto, o sistema plasmina-plasminogênio do leite pode ser afetado pelo rompimento da micela de caseína por atividade de proteases de origem microbiana (FAJARDO-LIRA; NIELSEN, 1998). Sendo assim, pode-se ressaltar que as proteases bacterianas atuam tanto diretamente quanto indiretamente sobre a qualidade do leite e derivados.

5.1. Avaliação da proteólise em amostras de leite cru, pasteurizado e UHT

Batista (2015), ao avaliar amostras de leite cru coletadas em tanques de armazenamentos isotérmicos de uma indústria de laticínios de Minas Gerais e que eram, na sequência, pasteurizadas e enviadas ao processamento UHT, constatou que o grau de proteólise e a atividade proteolítica não diferiram ($p < 0,05$) durante as estações do ano nas amostras de leites cru, pasteurizado e UHT nos tempos 0, 60 e 120 dias de armazenamento (Tabela 4). Entretanto, foi constatado que o grau de proteólise do leite UHT no tempo 120 foi superior ($p < 0,05$) ao verificado nas demais amostras de leite quando determinado pelo método de Hull (1947). Por outro lado, isso não foi observado quando se utilizou kit comercial para determinação do grau de proteólise das amostras (Tabela 4). A atividade proteolítica foi superior nas amostras de leite pasteurizado em relação aos demais tipos de leite (Tabela 4).

Os resultados constatados de grau de proteólise por meio do método de Hull e do kit comercial (Tabela 4) foram similares aos obtidos por Costa (2014), ao avaliar leite cru refrigerado granelizado do município de Rio Pomba, MG. Este autor constatou que quando o leite apresentava acima de 0,265 mg/mL de tirosina detectada pelo método proposto por Hull (1947), as amostras tendiam a apresentar instabilidade ao teste do álcool 72 °GL. No trabalho de Batista (2015) nenhuma amostra de leite cru, pasteurizado e UHT até 60 dias de armazenamento a temperatura ambiente apresentou valor acima de 0,265 mg/mL de tirosina. Estes valores foram encontrados somente nas amostras de leite UHT armazenadas por 120 dias, no entanto, não foi detectada instabilidade térmica em nenhuma delas.



Tabela 4. Média de valores do grau de proteólise determinado pelo método de Hull (mg de tirosina/5 mL) e pelo kit comercial (mg de tirosina mucoproteica/5 mL) e da atividade proteolítica (UEP/hora) em leite cru, pasteurizado e UHT

Proteólise	Estação do ano	Cru	Pasteuriza do	UHT		
				Tempo 0	Tempo 60	Tempo 120
Grau de proteólise - método de Hull	Inverno	0,195 a	0,193 a	0,172 a	0,220 a	0,349 a
	Primavera	0,167 a	0,133 a	0,115 a	0,172 a	0,373 a
	Verão	0,229 a	0,200 a	0,215 a	0,254 a	0,363 a
	Outono	0,189 a	0,165 a	0,175 a	0,225 a	0,290 a
	Média	0,195 A	0,172 A	0,169 A	0,218 A	0,343 B
Grau de proteólise - método comercial	Inverno	0,417 a	0,321 a	0,112 a	0,273 a	0,266 a
	Primavera	0,373 a	0,457 a	0,175 a	0,107 a	0,197 a
	Verão	0,290 a	0,242 a	0,130 a	0,186 a	0,215 a
	Outono	0,397 a	0,224 a	0,082 a	0,116 a	0,172 a
	Média	0,369 A	0,311 AB	0,125 C	0,170 BC	0,212 ABC
Atividade proteolítica	Inverno	0,690 a	1,111 a	0,834 a	1,168 a	1,273 a
	Primavera	0,546 a	2,127 a	0,801 a	1,055 a	1,337 a
	Verão	0,750 a	1,215 a	0,666 a	0,906 a	1,041 a
	Outono	0,693 a	1,028 a	0,579 a	0,950 a	1,043 a
	Média	0,669 A	1,370 B	0,720 A	1,020 AB	1,173 AB

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, respectivamente, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Batista (2015).

No trabalho desenvolvido por Martins *et al.* (2015), uma protease produzida por *P. fluorescens* 041, uma estirpe altamente deterioradora do leite isolada de leite cru refrigerado da Zona da Mata Mineira foi purificada e caracterizada. Por meio do estudo, demonstrou-se que a enzima apresentou características bioquímicas similares à de outras enzimas proteolíticas de estirpes de *P. fluorescens* isoladas do leite cru. Demonstrou-se, ainda, que, peptídeos procedentes desta protease apresentavam atividade proteolítica sobre azocaseína imobilizada como substrato em zimograma e ressaltou-se a importância da realização de estudos com *P. fluorescens*, considerada a principal bactéria contaminante de leite cru.

5.2. Massa de sedimentos em leite UHT em decorrência da proteólise

Batista (2015), ao avaliar amostras de leite UHT de uma indústria do estado de Minas Gerais, constatou que durante a primavera, inverno e outono houve um aumento significativo na concentração de sedimentos (Figura 1), o que pode estar relacionado com a atividade de enzimas termorresistentes. Comparando os resultados obtidos com os de Pinto (2004), que encontrou resultados entre 0,1241 e 0,2567 g/L, conclui-se que durante a primavera, inverno e outono as amostras de leite UHT com 120 dias de armazenamento a temperatura ambiente apresentaram um valor muito alto de sedimentos, o que pode ser

explicado pela alta contagem de microrganismos psicrotróficos no leite e pelo tempo de espera do mesmo para o processamento UHT.

Batista (2015) constatou ainda um aumento médio de 1,21g/L na massa de sedimentos das amostras de leite UHT ao longo do armazenamento. A massa de sedimentos do leite UHT no tempo zero variou entre 0,0455 g/L a 0,1615 g/L, no tempo 60 entre 0,0813 g/L a 0,3858 g/L e no tempo 120 entre 0,1754 g/L a 2,4209 g/L. Assim, a quantidade de sedimentos aumentou ao longo do tempo de armazenamento e apresentou resultados inferiores aos encontrados por Vesconsi; Valduga; Cichoski (2012).

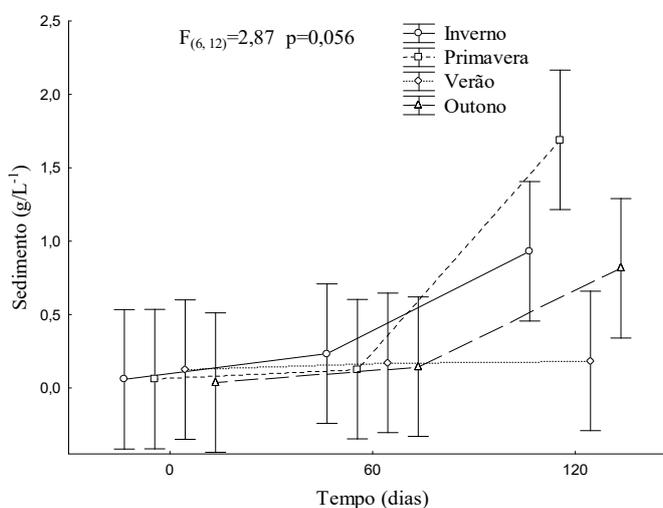


Figura 1. Valores médios de sedimentos das amostras de leite UHT nos tempos 0, 60 e 120 dias de armazenamento a temperatura ambiente.

Fonte: Batista (2015).

Souza *et al.* (2014) constataram altos valores de massa de sedimentos em amostras de leite UHT comercializadas na Zona da Mata Mineira. Segundo os autores, altas contagens de microrganismos aeróbios mesófilos em leite são associadas ao aumento da massa de sedimentos. Segundo Neira (1986), sempre há aumento da massa de sedimentos durante a estocagem do leite UHT. Esse resultado foi constatado por Pinto (2004) durante a estocagem do leite UHT integral a 37 °C, por 120 dias e por Vesconsi; Valduga; Cichoski (2012) no leite UHT integral, semidesnatado e desnatado armazenados a 20 °C e a 30 °C.

Zeni *et al.* (2013) constataram associação entre as contagens de microrganismos psicrotróficos e mesófilos no leite cru e a sedimentação ao longo da vida útil do leite UHT. Esses autores demonstraram que o uso de leite cru de boa qualidade, particularmente com baixa contagem de microrganismos psicrotróficos é fator preponderante para a obtenção de leite UHT com menor tendência à sedimentação.

5.3. Correlação das contagens microbianas, massa de sedimentos, atividade proteolítica e proteólise das amostras de leite cru, pasteurizado e UHT

Batista (2015) realizou um estudo de correlação entre os dados de contagem microbiológica e de grau de proteólise e atividade proteolítica das amostras de leite cru, pasteurizado e UHT de uma indústria de laticínios de Minas Gerais. Constatou-se correlação significativa e positiva entre a contagem de microrganismos psicrotróficos e psicrotróficos proteolíticos nas amostras de leite cru (Figura 2A). A contagem de microrganismos psicrotróficos proteolíticos do leite cru também apresentou correlação com o grau de proteólise do leite UHT determinado utilizando um kit comercial (Figura 2B).

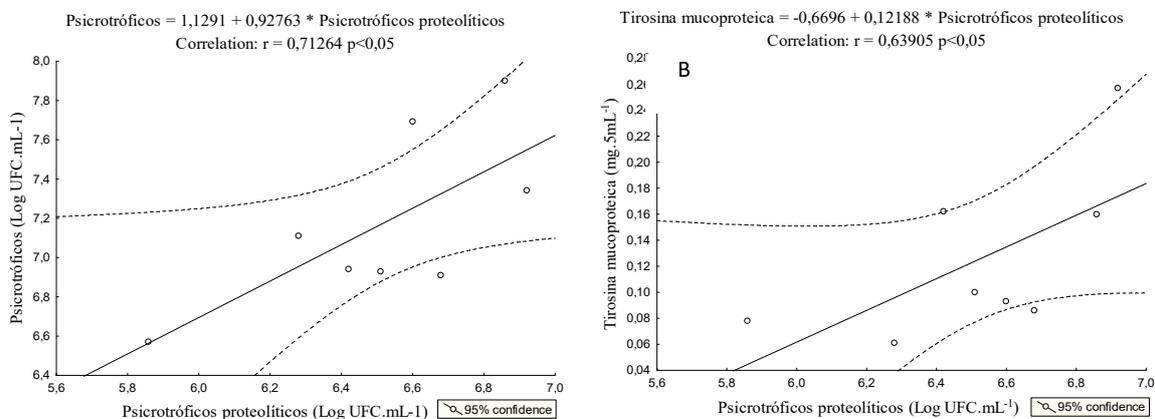


Figura 2. Correlação da contagem de microrganismos psicrotróficos proteolíticos e psicrotróficos no leite cru (A), e entre a contagem de microrganismos psicrotróficos proteolíticos do leite cru e grau de proteólise determinado pelo kit comercial nas amostras de leite UHT (B).

Fonte: Batista (2015).

Batista (2015) também identificou correlação entre a contagem de microrganismos psicrotróficos e a massa de sedimentos das amostras de leite UHT (Figura 3) imediatamente após a produção (Tempo 0). Entretanto, não foi constatada correlação entre esta contagem e a massa de sedimentos nas amostras armazenadas por 60 e 120 dias à temperatura ambiente. Ressalta-se que a massa de sedimentos aumentou a partir de 60 dias de armazenamento do leite UHT.

O grau de proteólise determinado nas amostras de leite cru de acordo com Hull (1947) (Figura 4A) e pelo kit comercial (Figura 4B) apresentou correlação com a massa de sedimentos em amostras de leite UHT armazenadas por 60 dias, a temperatura ambiente. Este mesmo parâmetro no leite pasteurizado correlacionou com a massa de sedimento das amostras de leite UHT armazenadas por 120 dias (Figura 4C).

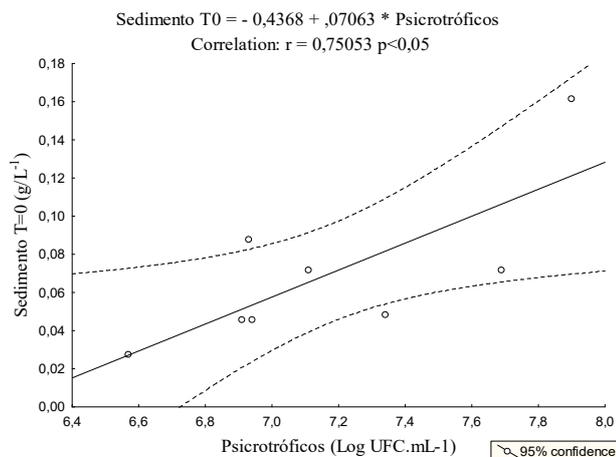


Figura 3. Correlação entre a contagem de microrganismos psicrotróficos no leite cru e massa de sedimentos no leite UHT no tempo 0.

Fonte: Batista (2015).

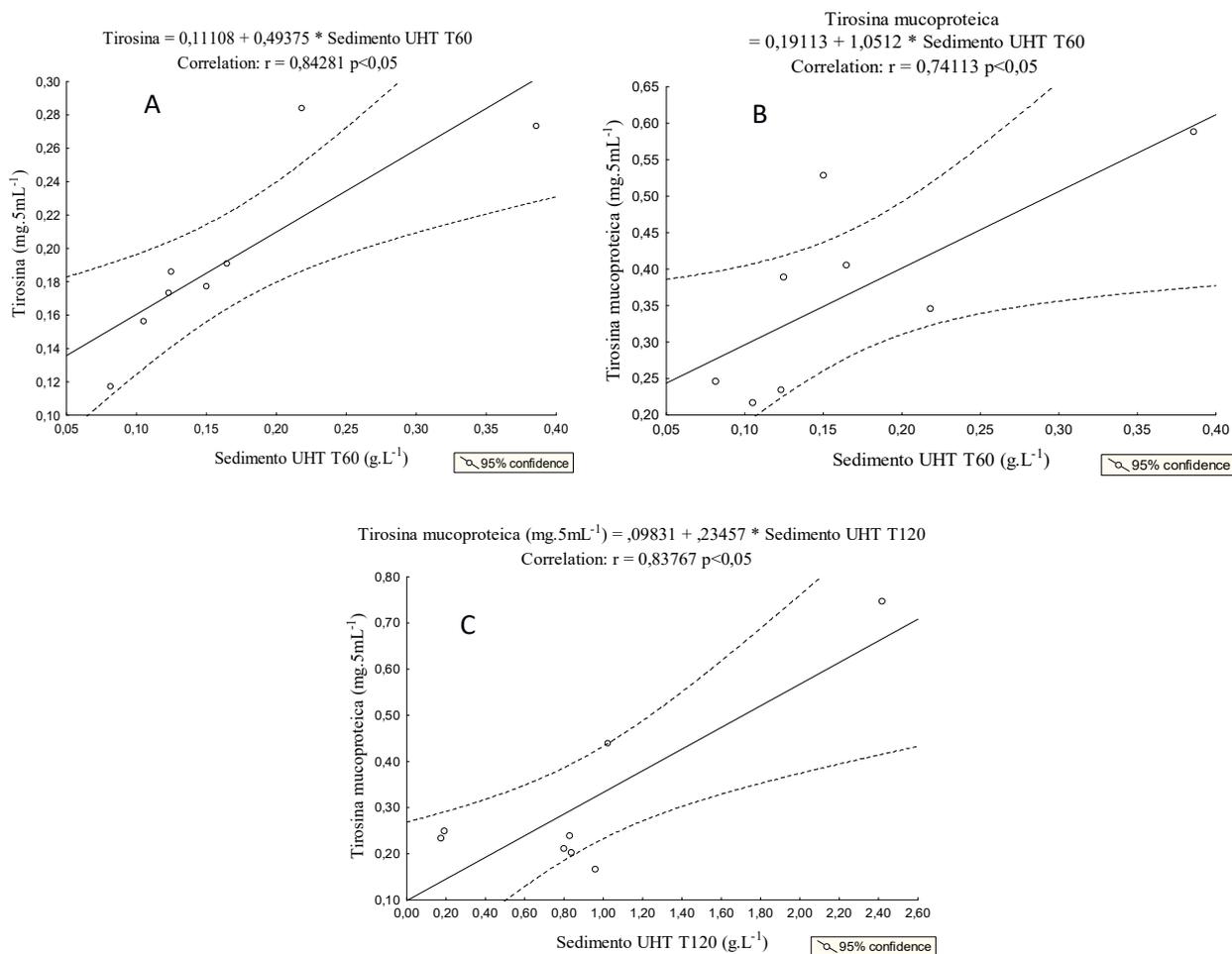


Figura 4. Correlação entre grau de proteólise das amostras de leite cru e massa de sedimentos no leite UHT armazenado por 60 dias (A e B) e entre grau de proteólise das amostras de leite pasteurizado e massa de sedimentos do leite UHT armazenado por 120 dias (C).

Fonte: Batista (2015).



A atividade proteolítica das amostras de leite cru (Figura 5A), pasteurizado (Figura 5B) e UHT (Figura 5C) apresentou correlação com o grau de proteólise das respectivas amostras. Também foi detectada correlação entre grau de proteólise determinado pelo kit comercial e determinado de acordo com Hull (1947) nas amostras de leite UHT (Figura 5D). Costa (2014) não detectou correlação entre estes parâmetros.

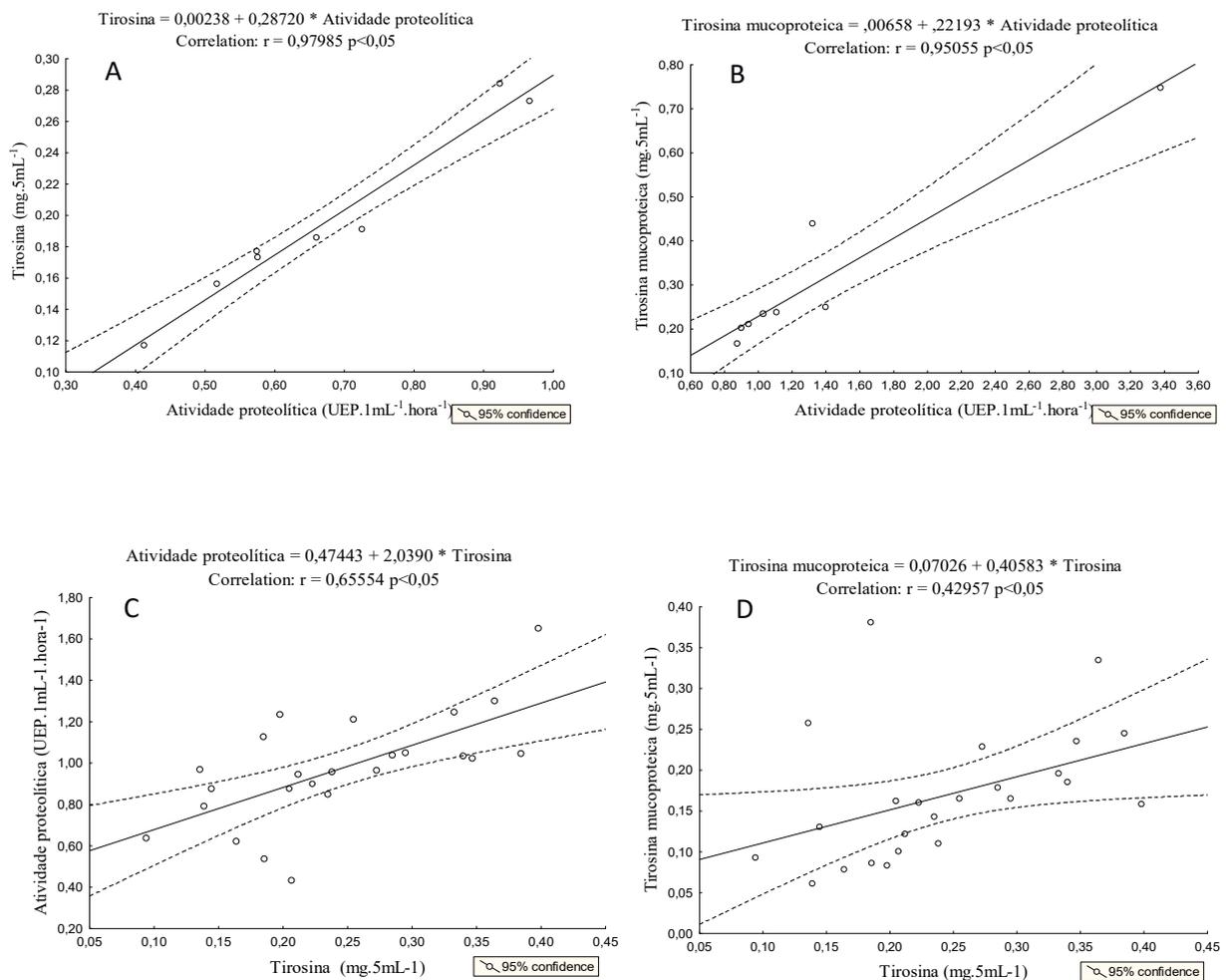


Figura 5. Correlação entre atividade proteolítica e grau de proteólise das amostras de leite cru (A), pasteurizado (B) e UHT (C) e correlação entre grau de proteólise determinado pelo kit comercial e de acordo com Hull (1947) nas amostras de leite UHT (D).
Fonte: Batista (2015).

6. LIPÓLISE DO LEITE

A lipólise em leite, assim como a proteólise, é associada à atuação de enzimas de origem microbiana ou de enzimas naturais do leite.

Essas enzimas possuem a capacidade de hidrolisar triglicerídeos, a principal gordura constituinte do leite, com consequente liberação de ácidos graxos de cadeia curta incluindo os ácidos: butírico, caproico, caprílico e cáprico, principais responsáveis pela



ocorrência de sabores e odores indesejáveis no leite e queijos (CHEN *et al.*, 2003). Mesmo em concentrações baixas, as lipases microbianas termoestáveis podem degradar os lipídeos, o que causa defeitos em produtos de vida de prateleira longa como leite UHT e leite em pó onde tais enzimas são preservadas e podem ser reativadas após reconstituição (PINTO, 2004).

A lipase natural do leite é uma glicoproteína que atinge sua maior atividade em pH 8,0 e possui temperatura ótima de 37 °C, sendo considerada termosensível. Além desta, a lipase de origem microbiana tem uma atuação ótima em pH alcalino e temperaturas entre 40 °C e 50 °C, sendo esta mais termoestável e pode resistir ao processamento UHT (ORDOÑEZ *et al.*, 2005).

Considerando a grande utilização da refrigeração do leite na fazenda, a atividade lipolítica de origem microbiana deve-se, principalmente, às bactérias psicotróficas, as quais são as predominantes no leite cru refrigerado. As lipases secretadas por esses microrganismos são hidrolases que atuam, principalmente, na posição dos triglicerídeos (CATSBERG, 1992). Quando as condições higiênicas de produção e armazenamento do leite forem insatisfatórias, as lipases provocarão um impacto tecnológico negativo no processamento do leite (MUIR, 1996). Desta forma, quando a contagem de psicotróficos é mantida baixa, a atividade lipolítica no leite é reduzida, sendo, ocasionada, em especial, por lipases de origem endógena.

Existe ainda, outro grupo de enzimas importantes no leite denominadas de fosfolipases (fosfolipase C ou lecitinase), produzidas, principalmente, por *B. cereus* e algumas espécies de *Pseudomonas*. As fosfolipases têm a capacidade de hidrolisar a membrana protetora do glóbulo de gordura do leite possibilitando a ação das lipases sobre os triglicerídeos. Após esta ação, ocorre a formação de ácidos graxos livres, monoglicerídeos e diglicerídeos, associados à ocorrência de sabor e odor característicos de rancidez. No leite cru, a produção de fosfolipases está relacionada a microrganismos Gram-negativos, como *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, entre outros. No leite pasteurizado, bactérias Gram-positivas podem ser citadas como as principais responsáveis pela produção de fosfolipases, como, por exemplo, bactérias do gênero *Bacillus* (SANTANA *et al.*, 2001).

7. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Durante o armazenamento do leite cru refrigerado há a multiplicação de bactérias psicotróficas proteolíticas, portanto é imprescindível o controle do tempo e da temperatura para impedir a multiplicação desta microbiota indesejável que ocasiona grandes problemas para a indústria de laticínios, em especial na produção de leite UHT.



É possível estender a vida de prateleira do leite UHT com medidas que minimizem a multiplicação das bactérias psicotróficas como a redução do tempo de armazenamento do leite cru a baixas temperaturas e implementação de boas práticas agropecuárias e de fabricação para minimizar a contaminação do leite. Também, é de grande relevância o desenvolvimento de novas metodologias a fim de avaliar a integridade da micela de caseína e a presença de enzimas termorresistentes no leite cru, por meio da avaliação da atividade proteolítica e do grau de proteólise das proteínas do leite. Assim, atualmente, este é um projeto de pesquisa que vem sendo desenvolvido por nosso grupo com a participação de pesquisadores de instituições como a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais e Universidade Federal de Juiz de Fora/Faculdade de Farmácia e Bioquímica.

Os resultados alcançados com as pesquisas desenvolvidas nos últimos 10 anos têm contribuído consideravelmente para a difusão de novos conhecimentos na área de laticínios, fortalecendo o desenvolvimento tecnológico, econômico e social do arranjo produtivo ao qual o IF Sudeste MG está inserido. Além disso, enfatiza-se a contribuição científica na formação de recursos humanos capacitados para atendimento às demandas regionais.

8. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Grupo PET Ciências Agrárias pelo apoio financeiro.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira da Indústria de Leite Longa Vida - ABLV. **Vendas de Leite Longa Vida crescem quase 4% no primeiro semestre de 2013**. Disponível em: <http://www.ablv.org.br/implistcontentint.aspx?id=937&area=imp-not>, 2013. Acesso em: 25 set. 2013.

AUSTIN, J.W.; BERGERON, G. Development of bacterial in dairy processing lines. **Journal of Dairy Research**, v.62, p.509-519, 1995.

BASTIAN, E. D.; BROWN, R. J. Plasmin in milk and dairy products: un update. **International Dairy Journal**, v.6, p.435-437, 1996.

BATISTA, C.S. **Estudo de correlação entre a qualidade do leite cru refrigerado e do leite UHT integral**. 2015. 46f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2015.



BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria 370, de 4 de setembro de 1997. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade do leite UHT (UAT). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 set. 1997. Seção 1.

CATSBERG, H.G. Lipase activity. **International Dairy Federation Bulletin**, Brussels, v.271, p.18-20, 1992.

CHEN, L.; DANIEL, R. M.; COOLBEAR, T. Detection and impact of protease and lipase activities in milk and milk powders. **International Dairy Journal**, v.13, p.255-275, 2003.

COSTA, J.F. **Atributos de qualidade associados à ocorrência de proteólise em leite cru granelizado**. 2014. 111f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

COSTERTON, J.W.; LEWANDOWSKI, Z.; CALDWELL, D.E.; KORBER, R.; LAPPIN-SCOTT, H.M. Microbial biofilms. **Annual Review of Microbiology**, v.49, p.711-745, 1995.

COUSIN, M. A. Presence and activity of psychrotrophic microorganisms in milk and dairy products: a review. **Journal of Food Protection**, v.45, p.172-207, 1982.

DALGLEISH, D.G.; CORREDIG, M. The Structure of the casein micelle of milk and its changes during processing. **Annual Review of Food Science and Technology**, v.3, p.449–467, 2012.

DATTA, N.; DEETH, H.C. Age gelation of UHT milk – a review. **Institution Chemical of Engineers**, v.79, p.197-210, 2001.

De KRUIF, C.G.; HOLT, C. Casein micelle structure, functions and interactions. In: FOX, P.F.; McSWEENEY, P.L.H. **Advanced Dairy Chemistry**. 3. ed. New York, Kluwer: Academic/Plenum Publisher, 2003. v.1, p.233-276.

DUNKLEY, W.L.; STEVENSON, K.E. Ultra-high temperature processing and aseptic packaging of dairy products. **Journal of Dairy Science**, v.70, p.2192-2202, 1987.

ENRIGHT, E.; BLAND, P.B.; NEEDS, E.C.; KELLY, A.L. Proteolysis and physicochemical changes in milk on storage as affected by UHT treatment, plasmin activity and KIO₃ addition. **International Dairy Journal**, v.9, p.581-591, 1999.

FAIRBAIRN, D.J.; LAW, B.A. Protease of psychrotrophic bacteria: their production, properties, effects and control. **Journal of Dairy Research**, v.53, p.139-177, 1986.



FAJARDO-LIRA, C. E.; NIELSEN, S. S. Effect of psychrotrophic microorganisms on the plasmin system in milk. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.901-908, 1998.

FOX, P.F; McSWEENEY, P.L.H. **Dairy chemistry and biochemistry**. London: Blackie Academic & Professional, 2003. 478 p.

GILLIS, W.T.; CARTLEDGE, M.F.; RODRIGUES, I.R.; SUAREZ, E.J. Effect of raw milk quality on ultra-high temperature processes milk. **Journal of Dairy Science**, v.68, p.2875-2879, 1985.

HASSAN, A.; AMJAD, I.; MAHMOOD, S. Microbiological and physicochemical analysis of different UHT milk available in a local market. **Asian Journal of Food and Agro-Industry**, v.2, p.434-447. 2009.

HORNE, D.S. Casein micelle structure: models and muddles. **Current opinion in colloid & interface science**, v.11, p.148-153, 2006.

HORNE, D.S. Casein micelles as hard spheres: limitations of the model in acidified gel formation. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v.213, p.255-263, 2003.

HUCK, J.R.; HAMMOND, B.H.; MURPHY, S.C.; WOODCOCK, N.H.; BOOR, K.J. Tracking spore-forming bacterial contaminants in fluid milk-processing systems. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.4872-4883, 2007.

HULL, M.E. Studies on milk proteins: II-Colorimetric determination of the partial hydrolysis of the proteins in milk. **Journal of Dairy Science**, v.30, p.881-884, 1947.

HUMBERT, G.; BRUN-BELLUT, J.; MORA, T.; ALAIS, C. Proteinase Activity in bovine raw milk. **Journal of Dairy Science**, v. 66, p. 2271-2277, 1983.

Le MAGREX, E.; BRISSET, L.; JACQUELIN, L.F.; CARQUIN, J.; BONNAVEIRO, N.; CHOISY, C. Susceptibility to antibacterials and compared metabolism of suspended bacteria versus embedded bacteria in biofilms. **Colloids and Surfaces B. Biointerfaces**, v.2, p.89-95, 1994.

MARCHAND, S.; VANDRIESCHE, G.; COOREVITS; COUDIJZER, K.; JONGHE, V.; DEWETTINCK, K.; VOS, P.; DEVREESE, B.; HEYNDRIKX, M.; BLOCK, J. Heterogeneity of heat-resistant proteases from milk *Pseudomonas* species. **International Journal of Food Microbiology**. v.133, p.68-77, 2009.

MARTINS, M.L.; ARAÚJO E.F.; MANTOVANI H.C.; MORAES C.A; VANETTI, M.C.D. Detection of the *apr* gene in proteolytic psychrotrophic bacteria isolated from refrigerated raw milk. **International journal of food microbiology**, v.102, p.203-211, 2005.



MARTINS, M.L.; PINTO, U.M.; RIEDEL, K.; VANETTI, M.C.D. Milk-deteriorating exoenzymes from *Pseudomonas fluorescens* 041 isolated from refrigerated raw milk. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.46, p.207-217, 2015.

MATTA, H.; PUNJ, V. Isolation and identification of lipolytic, psychrotrophic, spore forming bacteria from raw milk. **Internation Journal of Dairy Technology**, v.52, p.59-62, 1999.

MATTA, H.; PUNJ, V. Isolation and identification of proteolytic psychrotrophic sporeforming bacteria from milk. **Indian Journal of Dairy Science**, v.49, p.695-699, 1996.

MITTELMAN, M.W. Structure and functional characteristics of bacterial biofilms in fluid processing operations. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2760-2764, 1998.

MUIR, D.D. The shelf-life of dairy products: 3. Factors influencing intermediate and long life dairy products. **Journal of the Society of Dairy Technology**, v.49, p.67-72, 1996.

NEIRA, M.P. **Efecto de la actividad de proteasas sobre la estabilidad de leches UHT durante su almacenamiento**. Valdivia, 1986. 163f. Dissertação (Mestrado em Ciencias y Tecnologia de La Leche) – Universidad Austral de Chile, 1986.

NETTO, G.G. **Avaliação do efeito da pré-incubação de *Pseudomonas fluorescens* em diferentes temperaturas na vida de prateleira de leite desnatado pasteurizado microfiltrado**. 2012. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 2012.

ORDOÑEZ, J.A. **Tecnologia de Alimentos**: alimentos de origem animal. Porto Alegre: Artmed, v. 2, 2005. 279 p.

PINTO, C. L.O.; PICCOLO, M.P.; BRITO, M.A.V.P.; MARTINS, M.L.; MACÊDO, C.S.; FARIÑA, L.O. **Qualidade microbiológica do leite cru**. Viçosa: EPAMIG Zona da Mata, 2013, 272 p.

PINTO, C.L.O. **Bactérias psicrotóxicas proteolíticas do leite cru refrigerado granelizado destinado à produção de leite UHT**. 2004. 97f. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.

PINTO, C.L.O.; MARTINS, M.L.; VANETTI, M.C.D. Qualidade microbiológica de leite cru refrigerado e isolamento de bactérias psicrotóxicas proteolíticas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, p.645-651, 2006.



PINTO, C.L.O.; MARTINS, M.L.; WELLAREO, E.D.M.; ARCURI, E.F. Avaliação da qualidade microbiológica de diferentes marcas de leite UHT (UHT) comercializado no município de Viçosa - MG, Brasil. **Revista do Instituto de laticínios Cândido Tostes**, v.57, p.206-208, 2002.

PINTO, C.L.O.; MACHADO, G.S.; CARDOSO, R.R.; ALVES, R.M.; VANETTI, M.C.D.; Proteolytic potential of *Pseudomonas fluorescens* isolated from refrigerated raw milk. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.4, p.16-25, 2014.

RECIO, I.; GARCIA-RISCO, M.R.; RAMOS, M.; LOPES-FANDIÑO, R. Characterization of peptides produced by action of psychrotrophic protease on κ -casein. **Journal of Dairy Research**, v.67, p.625-630, 2000.

RUSSEL, N.J. Cold adaptation of microorganisms. **Philosophical Transaction of the Royal Society of London. Series B: Biological Science**, v.326, p.608-611, 1990.

RYSER, E. Microorganisms of importance in raw milk. **Michigan Dairy Review**, v.8, p.7-9, 1999.

SANTANA, E.W.H.; BELOTI, V.; BARROS, M.A.F. Microrganismos psicotróficos em leite. **Higiene Alimentar**, v.15, p.27-33, 2001.

SCHMIDT, D.G.; FOX P.F. Association of caseins and casein micelle structure. **Developments in dairy chemistry**, v.1, p.61-86, 1982.

SØRHAUG, T.; STEPANIAK, L. Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products: Quality aspects. **Trends in Food Science and Technology**, v.8, p.35-41, 1997.

SOUZA, L.V.; MELONI, V.A.S.; BATISTA, C.S.; MARTINS, M.L.; PINTO, C.M.F.; PINTO, C.L.O. Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química de leite UHT integral processado em indústrias do estado de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.4, p.6-15, 2014.

TETRA PAK. **Dairy processing handbook**. Lund: Sweden, 1996. 1CD-ROM.

TOPÇU, A.; NUMANOGLU, E.; SALDAMLI, I. Proteolysis and Storage stability of UHT Milk produced in Turkey. **International Dairy Journal**, v.16, p.633-638, 2006.

VESCONSI, C.N.; VALDUGA, A.T.; CICHOSKI, A.J. Sedimentação em leite UHT integral, semidesnatado e desnatado durante armazenamento. **Ciência Rural**, v.42, p. 730-736, 2012.



WALSTRA, P. Casein sub-micelles: do they exist? **International Dairy Journal**, v.9, p.189-192, 1999.

WALSTRA, P. On the stability of casein micelles. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.1965-1979, 1990.

WAUGH, D.F. The interactions of α - β -and κ -caseins in micelle formation. **Discussions of the Faraday Society**, v.25, p.186-192, 1958.

WHITE, C.H. Testing of milk and milk products. In: MARTH, E.H.; STEELE, J. (Ed). **Applied Dairy Microbiology**, 2. ed. New York: Marcel Dekker, 2001. p. 652-654.

ZENI, M.P.; MARAN, M.H.S.; SILVA, G.P.R.; CARLI, E.M; PALEZI, S.C. Influência dos microrganismos psicrotróficos sobre a qualidade do leite refrigerado para produção de UHT. **Unesc & Ciência - ACET**, v.4, p.61-70, 2013.

ZOTTOLA, E.A.; SASAHARA, K.C. Microbial biofilms in the food processing industry – should they be a concern? **International Journal of Food Microbiology**, v.23, p.125-148, 1994.



CAPÍTULO 6 - DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS A PARTIR DOS FRUTOS DA PALMEIRA JUÇARA (*Euterpe edulis* MARTIUS)

Mírian Pereira da Silva

Talita Amaral Cunha

Rosângela Maria Moreira

Renata Cristina de Almeida Bianchini Campos

Eliane Maurício Furtado Martins

Maurílio Lopes Martins

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, que consegue suprir quase integralmente o mercado interno. No ranking mundial, o país fica atrás apenas da Índia e da China (FAO, 2015). É um dos países de maior biodiversidade do mundo, com mais de 40.000 espécies vegetais, representando 20% da flora mundial (OLIVEIRA *et al.*, 2012). No entanto, muitas destas se encontram em processo de extinção a exemplo da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius), originária da Mata Atlântica, que produz frutos de alto valor nutricional.

Há carência de estudos envolvendo processos biotecnológicos para a produção uniforme dos frutos de juçara, bem como para o processamento dos mesmos. Frente ao fenômeno da globalização e concorrência acirrada, a indústria de alimentos foi obrigada a procurar novas soluções para crescer e manter-se no mercado. Uma dessas soluções é por meio de estratégias de inovação, que se baseiam no desenvolvimento de novos produtos alimentícios que ofereçam praticidade aos consumidores, como aqueles derivados dos frutos da palmeira juçara.

Assim, este capítulo pretende demonstrar produtos desenvolvidos no departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do *Campus* Rio Pomba a partir de frutos da palmeira juçara, como doces cremosos, sucos, bebidas lácteas funcionais, entre outros que contribuem para geração de conhecimento dos alunos e agregação de valor aos frutos de juçara a fim de preservar a referida espécie que se encontra ameaçada.

2. PALMEIRA JUÇARA

Entre os países de maior biodiversidade do mundo, destaca-se o Brasil (OLIVEIRA *et al.*, 2012). Entretanto, não se sabe ao certo a diversidade de espécies da flora com potencial alimentício. Kinupp; Barros (2004), em trabalho preliminar, levantaram,



aproximadamente, 2.000 espécies potencialmente comestíveis no país, mas apesar da grande diversidade de espécies vegetais com potencial alimentício existentes na natureza, atualmente, pequena parcela destas é utilizada (BRASIL, 2011).

Nas Américas, muitas palmeiras tropicais (*Arecaceae*) são naturalmente abundantes e oferecem uma série de produtos florestais não-madeireiros (VEDEL-SØRENSEN *et al.*, 2013). *Euterpe edulis* Martius, popularmente conhecida como palmeira Juçara ou palmitero, é uma palmeira nativa da Floresta Atlântica, com distribuição geográfica litorânea da encosta sul da Bahia até a encosta norte do Rio Grande do Sul, e interiorana, na bacia do Rio Paraná (TROIAN, 2009).

A palmeira juçara produz elevada quantidade de frutos que possuem coloração violácea e elevado valor nutricional semelhantes ao açaí (MOREIRA, 2013). O palmito produzido pela palmeira Juçara é um alimento nobre e muito apreciado como iguaria, no entanto, para extração deste, é necessário o corte da palmeira. Devido ao seu grande consumo, o Brasil se tornou o maior produtor, o maior consumidor e já foi o maior exportador deste produto (IPEMA, 2008). Entretanto, *E. edulis* é uma espécie em extinção devido a extração ilegal do palmito (BRANCALION *et al.*, 2012) que contribui para degradação ambiental e reflete na aceleração do processo de extinção de outras espécies.

Por outro lado, o consumo de frutas tropicais está em ascensão no mercado interno e externo, devido ao crescente reconhecimento do valor nutricional e terapêutico de tais frutas (RUFINO *et al.*, 2010). A preferência atual dos consumidores por alimentos naturais, associado a inúmeros estudos epidemiológicos, que relatam possíveis efeitos deletérios de aditivos sintéticos para a saúde, tem contribuído para a busca de novas fontes de ingredientes naturais (VIEIRA *et al.*, 2013). Assim, o fruto da palmeira Juçara, surgiu recentemente como uma promissora fonte de antioxidantes (BORGES *et al.*, 2013). Inicialmente, seus frutos foram consumidos na forma de suco e polpa, sendo agora, também, utilizados como ingrediente em alimentos (FELZENSZWALB *et al.*, 2013). Portanto, o desenvolvimento de produtos alimentícios a partir dos frutos da palmeira Juçara torna-se promissor e de grande importância na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Diversos estudos têm apontado a necessidade de investigação, valorização e resgate de alimentos silvestres que, em alguns casos, podem apresentar valor nutricional superior aos comumente encontrados no mercado e se constituir em informações importantes quanto a novas fontes para a alimentação humana, especialmente para populações que se encontram em situação de insegurança alimentar e nutricional (KINUPP; BARROS, 2008; ZUIN; ZUIN, 2008). Desta forma, a utilização dos frutos da palmeira Juçara para o processamento de novos produtos é uma atividade que busca diminuir a pressão sobre a exploração desenfreada desta espécie e se caracteriza como uma alternativa de utilização de



produto florestal não madeireiro contribuindo para a conservação do bioma ameaçado. O bônus ambiental também pode ser uma estratégia de marketing e uma alternativa para agregar valor ao produto frente a consumidores conscientes (MOREIRA, 2015). Para Costa *et al.* (2008), o estímulo ao manejo dos frutos, ao invés do palmito, pode contribuir para reduzir a pressão antrópica sobre o palmitreiro juçara, além de contribuir para a resolução dos conflitos sócio-ambientais relacionados ao uso de recursos naturais por comunidades inseridas em áreas de conservação permanente ou em seu entorno.

Vale ressaltar ainda, que o valor econômico de uma espécie é um diferencial que contribui para a sua preservação, tendo em vista que, ao se encontrar utilidade para determinada espécie, passa-se a encará-la sobre outra ótica, contribuindo para sua manutenção em área nativa. Desta forma, pesquisas que venham a contribuir para o desenvolvimento de novos produtos são fundamentais para a valorização de espécies nativas, criando um novo paradigma.

3. UTILIZAÇÃO DE FRUTOS DA PALMEIRA JUÇARA NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

A utilização dos frutos da palmeira juçara para obtenção de polpa, além de diferentes tipos de bebidas, sucos, sorvetes e doces (COSTA *et al.*, 2008; MOREIRA, 2013) pode ser considerado uma importante estratégia de conservação dessa espécie e das florestas nativas, além do potencial socioeconômico da segurança alimentar e geração de renda das comunidades (COSTA *et al.*, 2008).

No Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do *Campus* Rio Pomba do IF Sudeste MG, trabalhos vêm sendo realizados, desde 2010, por nosso grupo de pesquisa com os frutos de juçara envolvendo estudantes do curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, do grupo PET Ciências Agrárias, bem como por estudantes de graduação em Tecnologia em Laticínios e Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Moreira *et al.* (2011) elaboraram iogurte contendo 2%, 3%, 4% e 5% de polpa dos frutos de *E. edulis* e avaliaram a aceitação sensorial das amostras por 100 provadores não treinados utilizando-se escala hedônica de 9 pontos para os atributos cor, viscosidade, sabor e avaliação global. A intenção de compra das quatro formulações de iogurte também foi determinada pela escala de 5 pontos que varia de “certamente não compraria” a “certamente compraria”.

Os autores constataram em relação aos atributos cor, viscosidade e avaliação global que as amostras que continham 4% e 5% de polpa apresentaram maiores médias, situando na escala hedônica entre gostei moderadamente a gostei muito, e diferiram,



significativamente ($p < 0,05$), das que continham 2% e 3% de polpa que se situaram entre indiferente e gostei moderadamente.

Em relação ao atributo sabor, não houve diferença ($p > 0,05$) entre as amostras que continham 3%, 4% e 5% de polpa, as quais apresentaram valores médios na escala hedônica entre 6 a 8, situando-se entre gostei ligeiramente a gostei muito. Os pesquisadores relataram que para a indústria, a utilização de 4% de polpa seria o mais viável no processamento do iogurte, pois esta não apresentou diferença significativa em nenhum atributo em relação à amostra com 5% de polpa.

Ainda segundo Moreira *et al.* (2011) as amostras de iogurte que continham concentrações de 4 e 5% de polpa de juçara foram preferidas para compra pelos provadores (Tabela 1). Portanto, pôde-se inferir que provavelmente o iogurte com essas concentrações de polpa teriam maior sucesso de vendas no mercado.

Tabela 1. Percentual de intenção de compra das formulações de iogurte contendo polpa dos frutos de *E. edulis*

Percentual de polpa nas amostras de iogurte	1	2	3	4	5
2	11,1%	19,2%	28,3%	33,3%	8,1%
3	7,1%	10,1%	28,3%	46,5%	8,1%

Percentual de polpa nas amostras de iogurte	1	2	3	4	5
4	4,0%	7,1%	16,2%	39,4%	32,3%
5	6,1%	9,1%	13,1%	30,3%	36,4%

Legenda: (1) certamente não compraria; (2) provavelmente não comprariam; (3) talvez comprasse ou não comprasse; (4) provavelmente comprariam; (5) certamente compraria.

Fonte: Moreira *et al.* (2011).

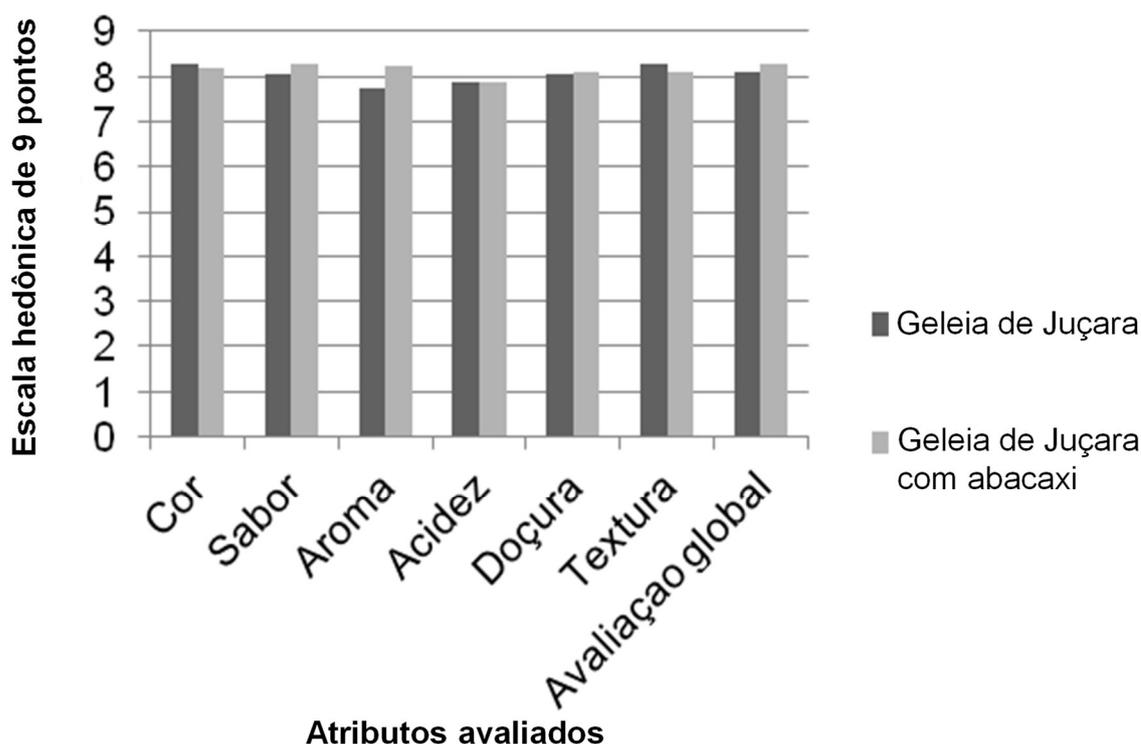
Leites fermentados sabores coco, maracujá e de frutos da palmeira Juçara acrescidos de polpa de yacon foram desenvolvidos e caracterizados por Faria; Martins (2013), que também verificaram sua influência na viabilidade de *Lactobacillus acidiphilus*. Após 30 dias de armazenamento, o leite fermentado sabor juçara apresentou maiores contagens de lactobacilos, mantendo no mínimo $1,0 \times 10^8$ UFC.g⁻¹. Não foi constatada influência de yacon na contagem de lactobacilos ($p > 0,05$) e não houve diferença ($p > 0,05$) do leite fermentado dos sabores coco e Juçara fabricados com e sem yacon para os atributos sensoriais. Os autores concluíram que é viável o desenvolvimento de leites fermentados funcionais contendo polpa de juçara e que os mesmos apresentaram potencial de mercado.



A industrialização dos frutos da palmeira na forma de doces e derivados também é uma alternativa para o aproveitamento e diversificação da matéria-prima, e permite o consumo dos frutos no período da entressafra.

Pereira *et al.* (2014) e Gomes *et al.* (2014) desenvolveram e avaliaram a qualidade sensorial de geleiadas, que são produtos semelhantes as geleias que apresentam pedaços de fruta em suspensão. Os pesquisadores elaboraram geleiadas sabor juçara e juçara com abacaxi e obtiveram resultados satisfatórios, demonstrando a boa aceitabilidade por parte dos consumidores (Figura 1). Ambas as geleias e geleiadas apresentaram potencial de mercado promissor, devido a sua aceitação sensorial e estabilidade sendo, portanto, alternativas de renda para o Município de Rio Pomba.

Figura 1. Aceitabilidade de geleias sabor Juçara e Juçara com abacaxi logo após o processamento.



Fonte: Pereira (2014) e Gomes (2014) - Relatório final de iniciação científica.

Os doces de frutas são produtos sensorialmente atrativos que agregam valor a matéria prima. A legislação brasileira (BRASIL, 1978) define doce em pasta como o produto resultante do processamento adequado das partes comestíveis desintegradas de vegetais com açúcares, com ou sem adição de água, pectina, ajustador de pH e outros ingredientes e



aditivos permitidos até uma consistência apropriada, sendo finalmente acondicionado de forma a assegurar sua perfeita conservação. O doce em pasta é classificado de acordo com sua consistência em cremoso e em massa.

Silva *et al.* (2016) elaboraram e avaliaram características físico-químicas e microbiológicas de polpa de juçara e, além disso, desenvolveram doce em pasta de juçara com abacaxi e de juçara com banana e avaliaram sua aceitabilidade. A polpa da juçara apresentou elevados teores de compostos fenólicos totais e antocianinas, estando próximos dos valores encontrados por Moreira (2015) que foram de 9778,20 mg EAG/100 g e 1203,75 mg de antocianina/100g, respectivamente. Já em relação à capacidade antioxidante, os resultados obtidos no presente estudo foram inferiores aos encontrados pela referida autora, que detectou valores médios de 370,93 μM trolox/g na polpa de juçara. Entretanto, os resultados obtidos indicam a elevada funcionalidade da polpa de juçara. Quanto à qualidade microbiológica, as polpas atenderam aos padrões estabelecidos pela legislação vigente (BRASIL, 2001), o que era esperado visto que a mesma foi elaborada adotando-se as boas práticas de fabricação.

Com relação aos doces, os provadores detectaram diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$) entre as diferentes amostras (doce de juçara com abacaxi e de juçara com banana), em relação aos atributos cor, sabor, aroma, textura e impressão global (Tabela 2) e também pela escala FACT de atitude. As respostas dos provadores para o doce de juçara com abacaxi para os atributos sensoriais avaliados resultaram em notas médias entre 8 e 9 na escala hedônica de 9 pontos, o que significa que a aceitação variou de “gostei muito” a “gostei extremamente”.

Quanto à escala de atitude, os resultados médios ficaram entre 7 e 8, ou seja, variaram entre “comeria isto muito frequentemente” e “comeria isto sempre que tivesse oportunidade”. Para a intenção de compra, os escores variaram entre 4 e 5, ou seja, entre “provavelmente compraria” e “certamente compraria”. Já para o doce de juçara com banana, os atributos sensoriais avaliados resultaram em notas médias entre 6 e 8, variando de “gostei ligeiramente” e “gostei muito”. A escala FACT de atitude apresentou valores médios entre 6 e 7, “Gosto disso e comeria de vez em quando” e “Comeria isto frequentemente” e a intenção de compra apresentou valores entre 3 e 4, como resposta, o que corresponde a “talvez comprasse/talvez não comprasse” e “provavelmente compraria”. Assim, constatou-se que o doce de juçara com abacaxi foi o mais preferido devido a sua boa aceitação pelo público.



Tabela 2. Caracterização sensorial das amostras de doce

	Doce de Juçara com abacaxi	Doce de Juçara com banana
Cor	8,34 a	7,60 b
Sabor	8,10 a	6,80 b
Aroma	8,12 a	6,96 b
Textura	8,14 a	7,36 b
Impressão global	8,28 a	7,10 b
Escala FACT	7,56 a	6,06 b
Intenção de compra	4,36 a	3,64 b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Adaptado de Silva *et al.* (2016), no prelo.

Além de doces, sucos e bebidas de juçara adicionados de culturas probióticas também vêm sendo elaborados. Moreira (2015), em sua dissertação de mestrado desenvolveu suco misto a partir de polpa de juçara e manga ubá contendo *Lactobacillus rhamnosus* GG. O estudo objetivou avaliar a influência da pasteurização, alta pressão isostática (API) e da adição de cultura probiótica nas características físico-químicas, microbiológicas, funcionais e sensoriais dos produtos obtidos. Os sucos pasteurizados apresentaram maiores teores de sólidos solúveis e menores de lipídeos comparados aos sucos processados por API. Os sucos adicionados de *L. rhamnosus* GG diferiram em pH, acidez e proteínas dos não adicionados. Estas diferenças podem estar relacionadas à ação fermentativa da bactéria probiótica.

Ainda nesse estudo, foi constatada variação de 7.115,35-12.346,45 mg EAG/100 g para fenólicos totais, 777,33-1.472,76 mg/100 g para antocianinas e de 105,40-462,13 μ M trolox/g para capacidade antioxidante. Os sucos pasteurizados apresentaram maiores valores de fenólicos totais e capacidade antioxidante comparados aos sucos processados por API. A elaboração de suco misto de frutos de juçara e manga Ubá adicionado da cultura probiótica é uma forma de potencializar e expandir as opções de produtos com características funcionais. Além disso, os produtos demonstraram adequação à legislação. Os escores médios 6,0 e 8,0 para os atributos cor, aroma, sabor, consistência e impressão global das amostras 3 e 4



(sucos processados por API) foram superiores ($p < 0,05$) aos das amostras 1 e 2 (sucos pasteurizados), que apresentaram escores entre 5,0 e 8,0. A adição de *L. rhamnosus* GG ao suco não comprometeu sua aceitação, sendo as contagens desse microrganismo acima de 10^8 UFC/mL ao longo de 30 dias de armazenamento dos sucos a $4,0^\circ\text{C}$, o que demonstra sua viabilidade em produtos de base vegetal. O processamento a frio do suco por API mostrou-se promissor para os produtos elaborados.

Costa *et al.* (2015) e Oliveira *et al.* (2015) avaliaram a viabilidade da adição de *L. rhamnosus* GG em *smoothie* de juçara com maracujá e juçara com abacaxi, respectivamente. Os autores verificaram que a cultura de *L. rhamnosus* GG apresentou ótima viabilidade no *smoothie* no tempo 0 hora com contagens de $1,4 \times 10^{12}$ UFC/mL estimado. Após 28 dias de armazenamento refrigerado, foram obtidas contagens da ordem de $2,0 \times 10^8$ UFC/mL. Os resultados deste estudo demonstraram que o *smoothie* de juçara é um excelente carreador para *L. rhamnosus* GG, sendo considerado potencialmente probiótico.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A caracterização da polpa de juçara e dos produtos obtidos foi importante para comprovar a funcionalidade, estabilidade durante o armazenamento e aceitabilidade dos mesmos.

A elaboração de produtos alimentícios a partir da polpa de juçara adicionada de frutas tropicais como abacaxi, banana, manga e maracujá é uma linha de pesquisa do departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do *Campus* Rio Pomba, que busca além de gerar conhecimento aos discentes, agregar valor aos produtos elaborados que apresentam potencial inovador e mercado promissor.

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, G. D. S. C.; GONZAGA, L. V.; JARDINI, F. A.; MANCINI FILHO, J. .; HELLER, M.; MICKE, G.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. Protective effect of *Euterpe edulis* M. on Vero cell culture and antioxidant evaluation based on phenolic composition using HPLC–ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 51, p. 363-369, 2013.

BRANCALION, P. H.S.; VIDAL, E.; LAVORENTI, N. A.; BATISTA, J. L. F.; RODRIGUES, R. R. Soil-mediated effects on potential *Euterpe edulis* (*Arecaceae*) fruit and palm heart



sustainable management in the Brazilian Atlantic Forest. **Forest Ecology and Management**, v. 284, p. 78-85, 2012.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução CNNPA nº 12, de 1978. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 de jul. de 1978.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos e seus Anexos I e II. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 de jan. 2001.

COSTA, E.A.D. da; GONÇALVES, C.; MOREIRA, S.R.; CORBELLINI, L.M. Produção de polpa e sementes de palmeira juçara: alternativa de renda para a mata atlântica. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, v. 1, p. 60-66, 2008.

COSTA, N.A.; MARTINS, E.M.F.; OLIVEIRA, G.S.; CAMPOS, A.N.R.; MARTINS, M.L. Viabilidade da adição de *Lactobacillus rhamnosus* GG em *smoothie* de juçara com maracujá. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIA, INOVAÇÃO E TECNOLOGIA, 8., Rio Pomba, 2015. **Anais do VIII Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia**. Rio Pomba: Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, não paginado, 2015.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>> Acesso em: 20 mar 2015.

FARIA, W.J. de; MARTINS, M.L. 2013. **Desenvolvimento e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de leite fermentado funcional**. Rio Pomba: Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, 22 p. (Relatório Final de Iniciação Científica)

FELZENSZWALB, I.; COSTA MARQUES, M. R. ; MAZZEI, J. L.; AIUB, C. A. F. Toxicological evaluation of *Euterpe edulis*: A potential superfruit to be considered. **Food and Chemical Toxicology**, v. 58, p. 536-544, 2013.

GOMES, T.M.; PEREIRA, D.C.S.; PEREIRA, A.C.; MARTINS, E.M.F.; MARTINS, M.L.; CAMPOS, A.N.R. Desenvolvimento e avaliação sensorial de geleadas elaboradas com o fruto da palmeira Juçara (*Euterpe edulis* Martius). In: Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia, 7., Rio Pomba, 2014. **Anais do VII Simpósio de Ciência Inovação e Tecnologia**, Rio Pomba: Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, 2014.

Instituto de Permacultura da Mata Atlântica - IPEMA. **Plano de Uso das Sementes de Juçara (*Euterpe edulis* Mart.) como estratégia de repovoamento da espécie no Município de Ubatuba, SP / Mosaico da Bocaina, 2008.**



KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I de. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, p. 846-857, 2008.

KINUPP, V.; BARROS, I. Levantamento de dados e divulgação do Potencial de plantas alimentícias alternativas no Brasil. **Horticultura brasileira**, v. 22, n. 2, suplemento CD-ROM, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2011. Disponível em:

http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dcbio/_ebooks/regiao_sul/Regiao_Sul.pdf.

Acessado em: 20 abr. 2016.

MOREIRA, S.L.S.; PRATES, L.O.; OLIVEIRA, R.L.; SANTOS, L.J.; BARREIRA, T.F.; MARTINS, M. L. Desenvolvimento de iogurte adicionado de polpa dos frutos da palmeira Juçara (*Euterpe edulis* Martius). In: Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável - SIBRAS, 3., 2011, Viçosa. **Anais do III Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável**. Viçosa: UFV, 2011.

MOREIRA, A.B. **Mensuração da Palmeira Juçara (*Euterpe edulis* Mart.) como subsídio para o manejo da produção de frutos**. 2013. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

MOREIRA, R. M. **Desenvolvimento de suco misto adicionado de *L. rhamnosus* GG a partir de polpa de juçara e manga ubá**. 2015. 59 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2015.

OLIVEIRA, V. B.; YAMADA, L. T.; FAGG, C. W.; BRANDÃO, M. G. L. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive compounds. **Food Research International**, v. 48, p. 170-179, 2012.

OLIVEIRA, G.S.; COSTA, N.A.; MARTINS, E.M.F. Elaboração de *Smoothie* de frutos da palmeira juçara (*Euterpe edulis* martius) adicionado de abacaxi potencialmente probiótico. In: Simpósio Acadêmico de Engenharia de Alimentos e Laticínios, 4., Viçosa, 2015. **Anais do IV Simpósio Acadêmico de Engenharia de Alimentos e Laticínios**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2015.

PEREIRA, D.C.S.; GOMES, T.M.; PEREIRA, A.C.; MARTINS, E.M.F.; MARTINS, M.L.; CAMPOS, A.N.R. Desenvolvimento e avaliação da qualidade de geleias elaboradas com o fruto da palmeira juçara (*Euterpe edulis* Martius). In: Simpósio de Ciência, Inovação e



Tecnologia, 7, Rio Pomba, 2014. **Anais do VII Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia** Rio Pomba: Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, 2014.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.121, p. 996-1002, 2010.

SILVA, M.P.; CUNHA, T.A.; MOREIRA, R.M.; CANUTO, J.W.; CAMPOS, R.C.A.B.; MARTINS, E.M.F.; MARTINS, M.L. Elaboração e caracterização de doce cremoso de frutos de juçara (*Euterpe edulis* Martius), banana e abacaxi. **Revista Higiene Alimentar**, 2016. No prelo.

TROIAN, L.C. **Contribuições ao Manejo Sustentado dos Frutos de *Euterpe edulis* Martius: Estrutura Populacional, Consumo de Frutos, Variáveis de Habitat e Conhecimento Ecológico Local no Sul do Brasil**. 2009. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

VEDEL-SØRENSEN, M.; TOVARANONTE, J.; BØCHER, P. K.; BALSLEV, H.; BARFOD, A. S. Spatial distribution and environmental preferences of 10 economically important forest palms in western South America. **Forest Ecology and Management**, v. 307, p. 284-292, 2013.

VIEIRA, G. S.; CAVALCANTI, R. N.; MEIRELES, M. A. A.; HUBINGER, M. D. Chemical and economic evaluation of natural antioxidant extracts obtained by ultrasound-assisted and agitated bed extraction from jussara pulp (*Euterpe edulis*). **Journal of Food Engineering**, v. 119, p. 196-204, 2013.

ZUIN, L. F. S.; ZUIN, P. B. Produção de alimentos tradicionais contribuindo para o desenvolvimento local/regional e dos pequenos produtores rurais. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 4, 109-127, 2008.



CAPÍTULO 7 - REDUÇÃO DE SÓDIO EM ALIMENTOS

Wellingta Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto

Augusto Aloísio Benevenuto Júnior

José Manoel Martins

Sebastião Moreira Júnior

Jean Victor dos Santos Emiliano

Jéssica Catherine de Souza Silva

1. INTRODUÇÃO

O sódio, responsável pelo crescimento da incidência de doenças renais e da hipertensão, presente em grandes quantidades nos alimentos industrializados, é encontrado principalmente no sal de cozinha, o cloreto de sódio. Porém, esse grande responsável pelo paladar e por diversas funções em produtos alimentícios tem apresentado um consumo médio mais que o dobro recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

Diante disso, o governo brasileiro, por intermédio do Ministério da Saúde, tem promovido discussões com instituições e organizações que possam contribuir com o propósito de redução de sódio em alimentos.

Apresenta-se neste capítulo, as ações governamentais e da indústria de alimentos que têm sido realizadas objetivando a redução do consumo de sódio, discute-se ainda sobre uso do cloreto de sódio em produtos cárneos e lácteos, que devido as suas funções, tornam essa redução um grande desafio expõe trabalhos que avaliaram alguns substitutos, como cloreto de potássio e finaliza apresentando as estratégias e perspectivas sobre a produção de alimentos mais saudáveis com reduzido conteúdo de sódio.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Redução do consumo de sódio – atuação governamental e industrial

O sal para consumo humano é definido como sendo cloreto de sódio cristalizado, extraído de fontes naturais, adicionado obrigatoriamente de iodo (BRASIL, 2013a).

O cloreto de sódio (NaCl), popularmente conhecido com *sal de cozinha* ou simplesmente *sal*, é a maior fonte de sódio na dieta (aproximadamente 90%) e, embora os termos sal e sódio sejam muitas vezes utilizados como sinônimos, o sal é composto, em massa, por 40% de sódio e 60% de cloreto.

O sódio está presente na maioria dos produtos industrializados e não apenas em alimentos salgados, mas também em doces, bebidas, conservantes (nitrito de sódio e nitrato



de sódio), adoçantes (ciclamato de sódio e sacarina sódica), fermentos (bicarbonato de sódio) e realçadores de sabor (glutamato monossódico).

O consumo moderado é necessário para o bom funcionamento do organismo, uma vez que ele mantém o volume de líquidos no corpo, evitando a desidratação, por exemplo. Entretanto a ingestão de sódio em excesso pode provocar problemas de saúde inclusive de efeito não imediato, onde as pessoas podem demorar anos para apresentar sintomas.

Nas últimas décadas, o consumo de sal na maioria dos países tem sido excessivo, variando de 9 a 12 g por pessoa por dia, superior ao indicado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que preconiza uma ingestão diária, para adultos, de no máximo 5g/dia/pessoa (equivalentes a 2.000mg de sódio), sendo este valor ainda menor para crianças e adolescentes, cujos limites máximos devem estar ajustados conforme seu requerimento de energia (WHO, 2014)

Nas Américas, o consumo de sal pode chegar ao dobro do nível recomendado pela OMS. A adição do sal de cozinha aos alimentos no momento da refeição não é o único problema. Na maioria das populações, a maior quantidade de sal na dieta provém de pratos preparados e pré-cozidos, como pães, carnes processadas, embutidos, além dos cereais matinais (BRASIL, 2010).

Vários são os fatores que contribuem para o número de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) registrados no Brasil, dentre eles o elevado consumo de sal, uma vez que este excesso tem se mostrado um importante fator de risco para hipertensão e, conseqüentemente, para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Assim, incentivar a redução do consumo de sódio e estabelecer um valor máximo para esse componente nas dietas têm sido prioridade no plano nacional e internacional. A redução do consumo de sal pela população é uma das medidas com melhor custo benefício para a saúde pública (BRASIL, 2011d).

O governo brasileiro, por intermédio do Ministério da Saúde, tem promovido discussões com instituições e organizações que possam contribuir com o propósito da redução de sódio em alimentos, buscando eixos que podem ser utilizados nessa proposta. Dentre as alternativas previstas encontram-se: aumento da oferta de alimentos saudáveis (básicos ou minimamente processados); reformulação de alimentos processados; comunicação, educação e sensibilização da população, dos profissionais de saúde e dos manipuladores de alimentos; orientação sobre o uso da rotulagem nutricional dos alimentos industrializados (BRASIL, 2011d)

A orientação da população é uma medida de extrema importância, uma vez que, embora o consumo de sódio pela população brasileira seja elevado, pesquisas indicam que a



maioria dos brasileiros não se considera potenciais consumidores de sódio. Aproximadamente um em cada seis brasileiros adultos percebe seu consumo de sal como sendo elevado. A frequência dessa condição foi maior entre homens, comparativamente às mulheres, apresentando relação inversa com a faixa etária e direta com o nível de escolaridade dos indivíduos. O baixo nível de conhecimento dos indivíduos sobre seu consumo de sódio é alarmante e demanda medidas enérgicas, como agressivas campanhas de mídia e outras ações de educação nutricional de amplo alcance, especialmente entre a população de menor nível de renda e escolaridade do país (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Considerando a crescente participação da categoria de alimentos processados na alimentação da população brasileira, a redução da concentração de sódio nesses produtos contribuirá para a redução do consumo desse mineral pela população. Nesse sentido, foi firmado “Acordo de Cooperação Técnica” entre a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA) e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), em que se propõe a união de esforços para fomentar estilos de vida saudáveis, que inclui alimentação saudável, equilibrada e nutricionalmente adequada (BRASIL, 2007).

Para subsidiar a proposta de redução de sódio em alimentos processados, o plano teve por base dados do Informe Técnico nº 42/2010 da ANVISA, sobre o Perfil Nutricional de Alimentos Processados, que inclui análises do teor de sódio em batatas fritas, salgadinhos de milho, hambúrgueres, requeijão, salsichas, macarrões instantâneos, carne de frango empanada e biscoitos salgados (*cream cracker*) (BRASIL, 2010a).

Os alimentos industrializados selecionados para serem avaliados foram aqueles usualmente consumidos pela população brasileira e que são caracterizados por apresentarem alta quantidade de sódio, gordura saturada e açúcares.

Como resultado do levantamento do perfil nutricional dos alimentos processados, observou-se que os produtos analisados apresentaram elevada variação no conteúdo de sódio entre as marcas, o que levou à ANVISA concluir que, como todos estavam sendo comercializados, seria possível o estabelecimento de padronização de forma a garantir a redução desse componente nos alimentos industrializados. Assim, as metas de redução foram baseadas nas concentrações de sódio encontradas nos produtos disponibilizados no mercado (BRASIL, 2010a).

Para a redução gradativa do teor de sódio em produtos industrializados, foram firmados termos de compromisso voluntário entre a ABIA e Ministério da Saúde (MS) contemplando gradativamente diversas categorias de produtos alimentícios. Todos os termos possuem como objetivo pactuar estratégias para reduzir o consumo sal na população brasileira para menos de 5g de sal/pessoa/dia até 2020, mediante redução de sódio em categorias prioritárias de preparações para consumo e alimentos processados (Quadro 1).



Além da pactuação das metas de redução de sódio, foi firmado compromisso de acompanhamento periódico sob responsabilidade da ANVISA, termo nº 34/2010, (BRASIL, 2011a). Além do incentivo para redução do teor de sódio em alimentos, outra meta do governo é estimular o consumo de alimentos básicos, promovendo uma alimentação saudável no país, por meio da revisão de guias alimentares, promoção da alimentação em todas as fases da vida, contemplando o uso racional de sódio (NILSON; JAIME; RESENDE, 2012).

A contribuição das indústrias de alimentos em relação à redução de sódio nas formulações de alimentos processados é de suma importância, principalmente quando é perceptível o desconhecimento de parte da população sobre o conteúdo de sódio adicionado e/ou consumido. Entretanto, mesmo considerando a decisão, por meio da ABIA em participarem, há alguns desafios tecnológicos a serem enfrentados.

A redução do teor de sódio nos alimentos processados será conduzida de forma gradual e a motivação, orientação aos consumidores é importante para a aceitação dos novos produtos a serem disponibilizados.

Em estudo realizado por Bobowski; Rendahl; Vickers (2015) foi verificado que a redução gradual de sódio foi mais efetiva que a redução imediata na aceitação do produto e que os indivíduos previamente motivados ao consumo de produtos com reduzido teor de sal tiveram menor resistência na aceitação destes produtos. Este resultado demonstra a complexidade na alteração de um ingrediente importante na contribuição para o sabor e aceitabilidade dos alimentos.

Várias pesquisas têm sido conduzidas na tentativa da redução do teor de sódio em alimentos, levando-se em consideração, além da simples redução do seu conteúdo, a possibilidade de utilização de substitutos de sódio, realçadores de sabor, redução das partículas de sal adicionadas, utilização de ervas e compostos aromáticos, substituição de sódio por potássio, etc. (YOTSUYANAGI *et al.*, 2016; BOBOWSKI; RENDAHL; VICKERS, 2015; ISRAR, *et al.*, 2016; GARCIA, BOLOGNESI, SHIMOKOMAKI, 2013).

Entretanto, de acordo com Banwart; Silva; Vidal (2014), ainda não se alcançou uma solução completa ou ideal para todos os alimentos, devido à exclusividade do sódio como estímulo para o gosto salgado, além das implicações de custo em produtos finais.



QUADRO 1 – Síntese dos acordos firmados entre MS e ABIA para redução do teor de sódio em produtos industrializados.

Termo	Data assinatura	Vigência	Categoria
Termo nº004/2011 (BRASIL, 2011b)	04/07/2011	3 anos	Macarrão instantâneo: meta para 2012 Pão de forma industrializado: metas para 2012 e 2014 Bisnaguinha industrializada: metas para 2012 e 2014
Termo nº35/2011 (BRASIL, 2011c)	13/12/2011	5 anos	Pão francês: metas para 2012 e 2014 Bolo pronto sem recheio: metas para 2012 e 2014 Bolo pronto recheado: metas para 2012 e 2014 Rocambolê: metas para 2012 e 2014 Mistura para bolo aerado: metas para 2012, 2014 e 2016 Bolo cremoso: metas para 2012, 2014 e 2016 Salgadinhos de milho: metas para 2012, 2014 e 2016 Maionese: metas para 2012 e 2014 Biscoito doce: metas para 2012 e 2014 Biscoito salgado: metas para 2012 e 2014 Biscoito doce recheado: metas para 2012 e 2014
Termo sem nº (BRASIL, 2012a)	28/08/2012	3 anos	Cereais matinais: metas para 2013 e 2015 Margarina vegetal: metas para 2013 e 2015 Caldos líquidos e em gel: metas para 2013 e 2015 Temperos em pasta: metas para 2013 e 2015 Demais temperos: metas para 2013 e 2015
Termo sem nº (BRASIL, 2013b)	11/05/2013	3 anos	Queijo Mussarela: metas para 2014 e 2016 Requeijão: metas para 2014 e 2016 Sopas: metas para 2015 e 2017 Sopas individuais/instantâneas: metas para 2015 e 2017 Empanados: metas para 2015 e 2017 Hambúrgueres: metas para 2015 e 2017 Linguiça cozida (conservada em temperatura ambiente): metas para 2015 e 2017 Linguiça cozida (Conservada em refrigeração): metas 2015 e 2017 Linguiça frescal: metas para 2015 e 2017 Mortadela (conservada em refrigeração): metas para 2015 e 2017 Mortadela (conservada em temperatura ambiente): metas para 2015 e 2017 Salsicha: metas para 2015 e 2017 Presuntaria: metas para 2015 e 2017

Fonte: Adaptado de IDEC, 2014



Apesar do incentivo governamental ao consumo de produtos naturais, considerando a mudança no estilo de vida da população nos últimos anos, a indústria de alimentos tem um papel fundamental na disponibilização de produtos com teor reduzido de sódio, como forma de contribuir para a redução efetiva do consumo deste produto.

O desconhecimento da população frente ao seu consumo real de sódio pode estar relacionado ao desconhecimento da concentração deste ingrediente em produtos processados, sendo necessário trabalhar com a divulgação de informações sobre a necessidade de redução do consumo deste ingrediente.

Considerando a variação no teor de sódio encontrado em produtos similares de marcas diferentes, a ANVISA reforça a necessidade de observação da rotulagem nutricional pelo consumidor, para que ele possa identificar os alimentos com menor teor de sódio dentro de uma mesma categoria ou entre categorias distintas de produtos e assim fazer a opção pela aquisição daqueles com menor teor de sódio (BRASIL,2015).

Os resultados dos monitoramentos realizados pela ANVISA têm sido divulgados por meio de Informes Técnicos: IT 43/2010 (BRASIL,2010b); IT 50/2012 (BRASIL, 2012); IT 54/2013 (BRASIL, 2013c); IT 61/2014 (BRASIL, 2014) e IT 69/2015 (BRASIL, 2015), dos quais foi possível retirar as seguintes conclusões:

- A análise de produtos similares de marcas diferentes demonstrou elevada variação no conteúdo de sódio entre as marcas, o que possibilita concluir que há possibilidade de redução de sódio nos produtos sem comprometimento das características tecnológicas (IT 42/2010 (Brasil, 2010a) e IT 50/2012 (Brasil, 2012));
- Macarrão instantâneo e temperos para macarrão foram os itens que apresentaram maior teor de sódio;
- Os refrigerantes de baixa caloria apresentam maior teor de sódio do que os refrigerantes normais devido à adição de outros ingredientes;
- Alimentos com maiores variações de sódio entre as marcas foram os queijos minas frescal, parmesão e ricota, com diferenças superiores a 10 vezes (IT 50/2012);
- O acordo governamental com as associações das indústrias para redução de sódio nos alimentos industrializados é de suma importância assim como a necessidade do uso da rotulagem nutricional pelo consumidor, para a identificação dos alimentos com menor teor de sódio e, conseqüente, seleção daqueles produtos mais adequados para compor uma alimentação (IT 50/2012);
- Teores médios mais elevados foram observados nos queijos parmesão e parmesão ralado, macarrão instantâneo, mortadelas, maionese e biscoito de polvilho (IT 50/2012);
- Após o acordo, três marcas de bisnaguinha ainda apresentaram valores superiores a meta proposta. Para pão de forma apenas uma marca analisada ficou acima da meta e o macarrão



instantâneo ainda apresenta conteúdo absoluto de sódio elevado, sendo recomendável dar seguimento à redução do teor de sódio para esse produto (IT 61/2014);

- A maioria dos alimentos atingiu as metas pactuadas, sendo que algumas marcas apresentaram valores superiores e outras, valores inferiores, à média geral (IT 69/2015);
- Os produtos biscoitos Maria, bolos prontos sem recheio, rocambole e pão francês não atingiram a meta no valor médio (IT 69/2015);
- Biscoitos *cream cracker* e maionese, atingiram a meta, considerando os valores máximos (IT 69/2015);

Os acordos firmados entre ABIA e ANVISA demonstram interesse das indústrias de alimentos em contribuir para a redução da adição de sódio nos produtos alimentícios, entretanto, não é uma tarefa fácil, uma vez que o sódio desempenha diversas funções nos alimentos, conforme descrito a seguir para os produtos cárneos e lácteos.

2.1.1 Sal em produtos cárneos

A principal fonte de sódio em produtos cárneos é o sal comum, ou cloreto de sódio (NaCl), que tem largo emprego em tecnologia de carnes, sendo o mais importante dos condimentos e também o elemento de uso mais amplo.

Outros sais sódicos como: nitrato, nitrito, ascorbato, lactato, fosfato e glutamato, embora em menor quantidade, também contribuem como fontes de sódio em produtos cárneos.

O sal, junto a esses outros sais, constitui a base de ingredientes não cárneos sobre os quais se apoia o processamento da maioria dos produtos cárneos (GARCIA; BOLOGNESI; SHIMOKOMAKI, 2013).

O emprego do sal não é regulamentado uma vez que o sabor salgado é suficiente para limitar o consumo dos produtos. Geralmente é utilizado em níveis inferiores a 4%, sendo que acima de 6% o produto já é rejeitado.

A título de demonstração, se na elaboração de um produto cárneo fossem utilizados 3% de cloreto de sódio, 150mg/kg de nitrito de sódio, 0,3% de tripolifosfato de sódio, 0,3% de eritorbato de sódio e 0,3% de glutamato monossódico, com base em cálculos estequiométricos, estes produtos forneceriam de sódio respectivamente 1180mg/100g, 5 mg/100g, 93mg/100g, 34,8mg/100g e 40,8mg/100g. Em relação ao total de sódio disponibilizado por estes ingredientes, 1352,6 mg/100g, o cloreto de sódio será responsável por 87,2% do sódio presente no produto final.

Ao considerarmos que a OMS (WHO, 2014) recomenda que os adultos devam consumir menos de 2.000mg de sódio por dia, uma pessoa ao comer 100g do produto cárneo citado, já haveria consumido 67,3% da dose diária total de sódio recomendada.



O teor de sódio em produtos cárneos pode superar facilmente concentrações de 1000mg/100g de produto, sendo citados com frequência entre os principais responsáveis pelo alto consumo de sódio da população.

Em função disto, o grande desafio da pesquisa e da indústria cárnea na redução de sódio atualmente é o desenvolvimento de produtos que promovam a substituição, principalmente do sal, ao mesmo tempo em que satisfaça sensorialmente a expectativa dos consumidores.

A grande dificuldade de se reduzir o teor de sal nos produtos cárneos deve-se às funções desempenhadas por ele, principalmente na extração e solubilização das proteínas musculares, como agente de sabor e efeito conservador.

No geral a presença de íons de sais neutros eleva a solubilidade pelo aumento da força iônica das proteínas musculares (miofibrilares), favorecendo assim suas propriedades tecnológicas tais como aumento da capacidade de retenção de água e poder emulsificante e ligante, diminuindo a perda de fluidos em produtos embalados a vácuo e tratados termicamente. Além disso, aumenta a viscosidade das massas, facilitando a incorporação de gorduras (PARDI *et al.*, 2007).

Quando a força iônica, que mede a concentração de cargas em solução, está em torno de 0,8 a 1,0, a hidratação máxima é alcançada, que corresponde a aproximadamente 5% de cloreto de sódio. Esta baixa concentração aumenta a solubilidade, fenômeno é denominado *salting-in*, é resultante do efeito do sal sobre as interações eletrostáticas, estabilizando os grupos com cargas nas superfícies das proteínas, diminuindo a interação entre as moléculas de proteína (ARAÚJO, 2011).

Diversos compostos de fosfato, como tripolifosfato de sódio, são utilizados junto ao sal a fim de se aumentar a capacidade de retenção de água na carne. Carnes injetadas costumam conter 0,5 a 2,0% de sal e 0,25 a 0,4% de fosfato. Quando um fosfato alcalino é utilizado, ele beneficia a carne, aumentando seu pH, fazendo com que as proteínas miofibrilares retenham a água mais fortemente, devido ao aumento das cargas líquidas, com expansão dos espaços entre os filamentos via repulsão eletrostática. A dilatação significativa das fibras do músculo ocorre quando a concentração de NaCl aumenta de 0,4 a 2,5% na ausência de fosfato, ou para 1,6% na presença de fosfato. O aumento da dilatação e da hidratação continua até que 4% de NaCl seja incorporado, ponto em que a fibra dilatada começará a se contrair devido ao efeito *salting-out* (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Os ânions também apresentam efeito na mudança do ponto isoelétrico para valores mais ácidos. Nas condições de processamento, o pH da carne está em torno de 5,5 a 6,0. Com o efeito da adição do sal sobre o PI das proteínas, há um aumento do poder de



retenção de água, uma vez que existem condições para que uma maior quantidade de proteína, principalmente miofibrilares, seja solubilizada (extraída).

A capacidade de ofertar gosto salgado aos alimentos tornou a aplicação tecnológica mais conhecida do cloreto de sódio. A percepção do salgado é possível graças à presença de canais iônicos específicos para os íons Na^+ e Li^{2+} , presentes na membrana apical de células receptoras situadas na língua. Quando permeados por estes cátions, tais receptores transmitem sinais para o cérebro promovendo a percepção do salgado. Outros íons, como potássio, por não se adequarem a esses canais, não propiciam pelo mesmo mecanismo a percepção do gosto salgado pelos indivíduos (GARCIA; BOLOGNESI; SHIMOKOMAKI, 2013)

A contribuição do sal na conservação da carne depende da proporção em que é adicionado. Propriamente falando, o sal não destrói os microrganismos presentes na carne, ou se o faz é mínimo o seu efeito, uma vez que apenas retarda ou inibe o crescimento da maioria das bactérias nas concentrações usualmente aplicadas.

Quanto à sua atuação, alguns elementos podem ser considerados, como: seu efeito na redução da atividade de água, a liberação do ânion Cl^- em meio aquoso, o qual é tóxico para os microrganismos, a redução da solubilidade de O_2 na água, inibindo o desenvolvimento de microrganismos aeróbios deterioradores e a promoção da seleção da microbiota, por favorecer o desenvolvimento das bactérias lácticas (PARDI *et al.*, 2007).

Pequenas diferenças no teor de sal, ao nível de 2%, não apresentam efeitos sobre a vida de prateleira dos produtos cárneos (RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005). Para que o sal exerça ação sobre os anaeróbios, deve se considerar um teor mínimo de 5% e para que um produto se conserve bem, este deve conter em torno de 11% de sal e 50% a 55% de água.

Em função disto, os trabalhos que propõem alternativas para redução de NaCl em produtos cárneos devem avaliar o efeito dos substitutos sobre as propriedades tecnológicas sem causar prejuízos sensoriais e de conservação do produto. Das diversas técnicas normalmente utilizadas para redução de sódio em produtos cárneos destaca-se o uso de outros sais como cloreto de potássio, lactato de potássio, cloreto de cálcio, cloreto de magnésio, sulfato de magnésio e a combinação destes sais.

Dentre estes sais, o cloreto de potássio (KCl) é o mais estudado por apresentar propriedades funcionais similares ao NaCl, porém a sua aplicação em produtos cárneos ainda é limitada por seu sabor amargo.

São apresentados no Quadro 2 alguns trabalhos realizados com objetivo de reduzir o NaCl utilizando KCl como substituto, avaliando os efeitos sobre características tecnológicas e físico químicas, microbiológicas e sensorial.



QUADRO 2: Efeitos do uso de KCl como substituto de NaCl.

Produto	% substituição	Efeito Tecnológico e Físico – Químico	Efeito Microbiológico	Efeito Sensorial	Referência
Salsichas	25% de NaCl	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Yotsuyanagi <i>et al.</i> (2016)
Hambúrguer de carne bovina	66% de NaCl	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Oliveira <i>et al.</i> (2014)
Hambúrguer Bovino	25% de NaCl 50% de NaCl	Não avaliado	Não avaliado	Satisfatório ao nível de 25% de substituição	Carvalho <i>et al.</i> (2014)
Salsichas	25% de NaCl	Satisfatório	Não avaliado	Satisfatório	Horita <i>et al.</i> (2014)
Salsichas	25% de NaCl 37,5% de NaCl 50% de NaCl	Satisfatório ao nível de 25% de substituição	Não avaliado	Satisfatório ao nível de 25% de substituição	Nascimento <i>et al.</i> (2007)
Linguiça	25% de NaCl 50% de NaCl	Satisfatório	Não teve efeito	Satisfatório ao nível de 25% de substituição	Paulino <i>et al.</i> (2006)



Verifica-se que, no geral, o nível de 25% de substituição NaCl por KCl apresentou boa aceitação sensorial sem apresentar efeito sobre as outras características e que a maioria dos trabalhos não avaliou o efeito sobre a microbiota dos produtos.

2.1.2 Sal em produtos lácteos

Nos queijos e derivados lácteos, a questão de redução de sódio é muito complexa, pois o teor não corresponde somente à quantidade de sal adicionada. Ele também é proveniente do próprio leite, do soro do leite e dos sais fundentes, por exemplo.

Dentre os derivados lácteos, o queijo é o produto mais estudado em relação à redução de sódio. Em geral, a redução de sal pode aumentar a umidade, gerar sabor amargo, ácido ou redução do sabor salgado, aspecto apreciado nesses produtos, deixando-os insosso.

Na indústria de laticínios a salga é indispensável na fabricação dos queijos destinados à maturação, fenômeno constituído por um conjunto complexo de mecanismos biológicos, enzimáticos e físico-químicos, cujos fatores limitantes são a temperatura, o pH, o potencial de oxirredução e a atividade de água (FOX *et al.*, 2000).

A presença do sal no queijo modifica uma série de fatores físico-químicos, sensoriais e microbianos, com influência direta em queijos jovens, com efeito principal na inibição, no crescimento e na sobrevivência de bactérias, inclusive patogênicas, e atividade enzimática, o que afeta e controla a sua bioquímica ao longo do tempo, tornando-o mais seguro (ECK, 1987).

O sal promove a sinérese, favorecendo a liberação de água livre da massa e ainda reduz o conteúdo de umidade do queijo, havendo uma correlação direta entre o ganho de sal e a perda de água no queijo, na proporção de 1:2, respectivamente. O sal também exerce efeito direto no flavor dos queijos e nas enzimas, além de auxiliar na melhoria da cor. Outra atribuição do sal em queijos está relacionada às mudanças proteicas, que influenciam a sua textura, solubilidade de proteínas, e na sua conformação (LOURENÇO NETO, 2013).

Segundo Fox *et al.* (2000), a salga dos queijos pode ocorrer por meio de quatro métodos: 1) adição direta de sal à massa do queijo; 2) adição de sal ou uma pasta de sal à superfície do queijo; 3) imersão do queijo, após etapa de enformagem, numa solução salina de NaCl concentrado; e 4) uma combinação de dois dos métodos descritos acima pode ser usada por algumas variedades.

Pesquisas buscam alternativas de incorporação de sal aos queijos, como a impregnação de salmoura a vácuo, em produtos porosos, com a imersão do queijo em solução salina e aplicação de vácuo no sistema. Os gases presentes no queijo tendem a sair com o vácuo e a salmoura flui com maior facilidade para o centro quando a pressão atmosférica é



reconstituída. Quanto maior a umidade do queijo e a sua porosidade mais rápido é o processo de salga (COSTA *et al.*, 2004).

No Brasil, a maioria dos queijos é salgada utilizando-se salmouras comuns, que possuem concentração de sal variando de 15% a 25% de NaCl, num processo lento, em temperatura baixa, que pode variar de 3°C e 12°C.

Quando o queijo é colocado em solução salina, há um movimento líquido de Na⁺ e Cl⁻ da salmoura para o queijo como uma consequência da diferença de pressão osmótica entre a massa do queijo e a umidade da salmoura. A água no queijo difunde para fora através da matriz de queijo para estabelecer o equilíbrio osmótico (WALSTRA *et al.*, 2001).

De acordo com COSTA *et al.* (2004), mesmo durante a salga, a parte externa do queijo forma uma estrutura mais firme, que é a casca, devido à maior desidratação da periferia, onde uma membrana semipermeável permite a migração do sal para o interior do queijo por meio do fenômeno de difusão, ao mesmo tempo que permite a saída da fase aquosa do queijo com seus elementos solúveis, como o ácido láctico, lactose, proteínas solúveis, lactatos e nitrogênio não protéico (NPN).

É importante destacar que a entrada de sal no queijo, bem como a sua perda de umidade pode ser descrita como um processo de difusão impedido, ou seja, as moléculas de sal e de água se movem em resposta a seus respectivos gradientes de concentração, sendo dificultada pela tortuosidade e fricção causados pelos glóbulos de gordura e as micelas de caseína, bem como pela viscosidade da fase aquosa. O coeficiente de difusão de um queijo varia de 0,05 a 0,20 cm²/dia, dependendo da composição do queijo e da condição da salga (FURTADO, 1991).

Depois de salgado, a água e o sal se distribuem na massa do queijo, mas não de forma totalmente homogênea, devido principalmente à constante evaporação de água. No queijo Edam, a distribuição leva de 4-6 semanas; no Gouda de 4kg, umas oito semanas, no Camembert e no Brie, 7-10 dias, e no Emmental mais de quatro meses (FOX *et al.*, 2000).

O sal utilizado no preparo da salmoura deve conter baixo teor de sulfatos, menor que 0,02% (m/m), de ferro (menor que 0,001% (m/m) e de metais pesados, como o chumbo, o cobre e o arsênio (menor que 0,0005% (m/m), devendo ainda ser evitada a presença de nitratos e magnésio, que podem provocar manchas nos queijos (COSTA *et al.*, 2004).

A concentração de sal em queijos varia de 0,7% no Emmental, com 2% de sal na umidade, a 8% de sal no queijo Domiati, com 15% de NaCl na umidade (FOX *et al.*, 2000), contendo a maioria dos queijos produzidos no Brasil teor de sal em torno de 1,5%, o que representa um consumo de 750mg de NaCl para cada 50g de queijo, cerca 30% do total de sal recomendado pela OMS.



Queijos processados/fundidos contêm níveis muito mais elevados de Na que os demais queijos, devido à adição de sais fundentes, ricos em sódio, o que pode ser uma boa oportunidade de pesquisa para reduzir a concentração de Na nestes produtos (VAN DENDER *et al.*, 2012).

De acordo com Ferrão *et al.* (2016), a quantidade de sódio normal de um queijo fundido deve estar entre 325-798mg / 50g. Já um queijo processado com teor reduzido de sódio deve ter um máximo entre 244 a 600mg de sódio / 50g e um queijo processado com baixo teor sódio precisa conter ≤ 140 mg de sódio / 50g de queijo.

Queijos maturados fora da embalagem tendem a perder umidade ao longo do tempo, o que provoca, conseqüentemente, a concentração de seu estrato seco total, incluindo o cloreto de sódio, que pode atingir valores acima de 2,0%.

É importante destacar que há por parte da comunidade médica o aconselhamento ao consumo de queijos brancos a pacientes obesos e/ou sob dieta controlada, o que pode ser preocupante, uma vez que nem sempre estes queijos possuem baixo teor de sal e/ou gordura. Exemplo disso é o queijo Coalho, considerado um queijo branco, mas que pode apresentar teor de sal elevado, superior a 2%, dependendo da região de produção, principalmente no Nordeste brasileiro (CHINELATE *et al.*, 2004).

A elevada ingestão de sal na dieta é indesejável, uma vez que ela aumenta hipertensão e o risco de osteoporose, pelo aumento da excreção de cálcio, tendo o sódio papel direto neste processo. Entretanto, mesmo em países com um elevado consumo de queijo, este produto contribui apenas cerca de 5% do total de sódio no consumo diário (CHINELATE *et al.*, 2004).

A comunidade científica tem despertado interesse considerável na produção de queijos com reduzido teor de sódio, seja por meio da redução do nível de adição de sal, pela substituição de NaCl por KCl, MgCl₂, ou CaCl₂ e pelo uso de intensificadores de sabor para mascarar defeitos (COSTA *et al.*, 2004).

Broch; Carvalho; Madrona (2014) verificaram que a redução do teor de NaCl em até 38,2% em queijo Mussarela não alterou ($p < 0,05$) as suas características de cor, sabor salgado, odor e textura, podendo o mesmo ser considerado um queijo light.

Para o requeijão por exemplo, a redução de sódio pode ser obtida pela combinação de NaCl e KCl e a substituição de parte do sal fundente, tradicionalmente utilizado (à base de fosfatos de sódio), por outros à base de fosfatos de potássio e/ou cálcio e/ou sódio. Van Dender *et al.*, (2012), conseguiram bons resultados por meio da redução do teor de sódio pela substituição de 40% do cloreto de sódio (NaCl) por cloreto de potássio (KCl) e de parte do sal fundente tradicional (Joha S9), com teor de sódio igual a 30,5%, por um sal fundente com teor de sódio igual a 8,2% (Joha SK75).



Entretanto, Dugat-Bony *et al.* (2016) verificaram que a redução do teor de cloreto de sódio de 1,8% para 1,3% em queijo curado (27 dias) favoreceu o desenvolvimento da bactéria gram-negativa *Hafnia alvei* e promoveu uma maior deterioração do queijo com reduzido teor de NaCl por *Pseudomonas fragi*, além de alterar os perfis de compostos voláteis de aroma e produção de aminas biogênicas.

Bona *et al.* (2005) verificaram que a substituição de até 30% do cloreto de sódio pelo cloreto de potássio não apresentou diferenças sensoriais, físico-químicas ou microbiológicas significativas ($p < 0,05$) em relação ao queijo Prato salgado apenas com cloreto de sódio.

O potássio apresenta efeito diurético que aumenta a excreção dos íons sódio pelos rins, reduzindo a pressão arterial. Uma ingestão de 64mmol/dia reduz a pressão de 1,4 a 2,7mmHg em pacientes hipertensos. Além disso, o potássio diminui o risco de acidente vascular cerebral e reduz a excreção de cálcio pelos rins, evitando a formação de calcificações nos rins e a desmineralização dos ossos. Porém, a substituição completa do NaCl pelo KCl não é recomendada, devido ao sabor amargo conferido ao produto, o que o torna pouco aceitável (BONA *et al.*, 2005).

Estudos realizados por HACHIYA (2015) permitiu concluir que o aumento na proporção de potássio em queijo Minas Padrão teve efeito significativo ($p < 0,05$) nos teores de umidade, proteína e cloretos. A substituição de sódio pelo potássio aumentou o teor de umidade e reduziu o teor de proteína. Foi verificado também que a atividade de água diminuiu com a substituição do sódio pelo potássio. A substituição do sódio pelo potássio promoveu um aumento ($p < 0,05$) na acidez titulável nos tratamentos com menores teores de sódio. A substituição do sódio por potássio afetou negativamente a firmeza ($p < 0,05$) do queijo. A substituição do potássio em proporção inferior a 40% apresentou viável para produção de queijos Minas Padrão com pouco efeito na composição físico-química e de textura.

O efeito da substituição de NaCl por KCl foi investigado por Ayyash & Shah (2011) em queijo Nabulsi. O queijo foi fabricado e armazenado em 4 diferentes soluções de salmoura a 18%: Tratamento A - NaCl puro (controle); Tratamento B - 3NaCl : 1KCl (p / p); Tratamento C - 1NaCl : 1KCl (p / p); e Tratamento D - 1NaCl : 3KCl (p / p). Nenhum efeito significativo ($p > 0,05$) foi encontrado entre os tratamentos em termos de composição química ou no perfil de textura. As atividades proteolíticas foram maiores nos queijos mantidos em soluções de salmoura que continham KCl (Tratamentos B, C, e D). Ao final do período de armazenamento (cinco meses), o nitrogênio solúvel em água nos tratamentos B, C, e D foi maior do que no queijo controle (Tratamento A).



2.2 Estratégias e Perspectivas para a redução de sódio em alimentos

Muitos dos substitutos do sal utilizam predominantemente cloreto de potássio. Outros utilizam especiarias, ervas, hidrolisado de levedura e outros ingredientes. O cloreto de potássio possui propriedades físicas semelhantes às do sal e funciona de forma semelhante em produtos cárneos e de panificação. Apresenta aproximadamente 80% da capacidade de salgar, mas possui sabor amargo (CAMINI *et al.*, 2015).

As pesquisas realizadas até então substituíram o NaCl por outros sais de cloreto com cloreto de potássio (KCl), cloreto de magnésio ($MgCl_2$), cloreto de cálcio ($CaCl_2$), sais de fosfato, ligados a realçadores de sabor e por transglutaminases (ARAÚJO, 2012; RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005).

A substituição total de cloreto de sódio por cloreto de potássio, glutamato monossódico ou fosfato de potássio em manteiga não foi recomendada, uma vez que estes substitutos possuem sabor indesejável e/ou de baixa potência de salga neste produto (SOUZA *et al.*, 2013).

Dentre os substitutos do cloreto de sódio o cloreto de potássio tem sido o mais pesquisado, e rotineiramente é usado, pois possui propriedades semelhantes às do cloreto de sódio, entretanto, seu uso isolado resulta em um sabor amargo, adstringente e metálico, sendo essa uma limitação para seu uso (CHOI *et al.*, 2014; ARAÚJO, 2012, HORITA *et al.*, 2014).

O sabor amargo gerado pela substituição parcial de cloreto de sódio por cloreto de potássio pode ser mascarado pela adição de outros ingredientes como extrato de leveduras, lactatos, glutamato monossódico, ervas, etc (ARAÚJO, 2012).

Os potencializadores ou intensificadores de sabor são substâncias que não tem em si um sabor salgado, mas podem aumentar a salinidade do produto quando utilizadas na presença de cloreto de sódio, por isso ajudam a compensar a redução de sal. O glutamato monossódico é o realçador de sabor mais comumente utilizado pela indústria de alimentos, especialmente na produção de aperitivos.

Considerando a importância tecnológica do cloreto de sódio na elaboração de produtos cárneos, a adição de fosfatos, tem se mostrado uma alternativa eficaz para a redução da perda de água resultante da redução de cloreto de sódio (RUUSUNEN; SIMOLM; PUOLANNE, 2001).

A substituição de cloreto de sódio por ervas em preparações onde as implicações tecnológicas não são significativas como é o caso de pratos culinários tem se tornado uma alternativa bastante interessante.



O “sal de ervas”, que consiste em uma mistura de partes iguais de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.), manjericão (*Ocimum basilicum* Linn), orégano (*Origanum vulgare*) e sal comum (NaCl), mostrou-se uma alternativa eficaz para a redução de sódio em linguiça de frango, sendo possível obter uma redução total de 44,4% (ARAÚJO, 2012).

A redução do tamanho das partículas de cloreto de sódio é uma técnica que permite o aumento da superfície de contato, afetando sua solubilidade e percepção sensorial.

A utilização de partículas de sal em tamanho reduzido foi possível em batata, resultando em uma percepção mais rápida do sabor salgado, mostrando-se uma importante alternativa para a redução da adição de sódio em alimentos (FREIRE, 2013).

Diversos experimentos vêm sendo desenvolvidos no Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais *Campus* Rio Pomba buscando alternativas para disponibilização de produtos com reduzido teor de sódio.

Em estudos realizados por Moreira Júnior *et al.* (2015) foi verificada a possibilidade da utilização de substitutos comerciais de sódio em ricota, aliado à adição de condimentos, como forma de mascarar o sabor amargo produzido pelos substitutos. O experimento foi conduzido sem adição de sal, com a adição de sal comum, sal *light* e sal marinho com baixo conteúdo de sódio. Foi verificado que a adição de condimentos elevou a carga microbiana dos produtos, demonstrando a necessidade de cautela na utilização destes ingredientes. Segundo os autores, embora a utilização de condimentos seja uma alternativa a ser considerada para substituição e ou redução de sódio utilizado em produtos alimentícios, é necessário que seja verificado o incremento na contaminação microbiana, o que levaria a um aumento no risco de doenças de origem alimentar.

Na área de processamento de carnes Araújo *et al.* (2014), avaliaram a possibilidade de redução de sódio em presunto de frango e verificaram a influência desta redução sobre as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais do produto. Constatou-se que foi possível a substituição parcial de cloreto de sódio por cloreto de potássio e glutamato monossódico sem afetar as características físico-químicas, microbiológicas, possibilitando a obtenção de um produto com boa aceitação sensorial.

Estudos em desenvolvimento avaliam a possibilidade de elaboração de hambúrguer bovino reduzido em sódio por meio da redução isolada e/ou combinada com a adição de ingredientes potenciadores de sabor.

A utilização de substitutos comerciais de sódio foi avaliada por Emiliano *et al.* (2016) em ricota fresca. Os produtos foram fabricados sem adição de sal, com adição de sal comum (produto comercial padrão contendo 39,9g de sódio/100g sal), produto comercial com baixo teor de sódio (1,7g de sódio/100g de sal), produto comercial isento de sódio (0mg de sódio/100g de sal), produto comercial com teor reduzido em 50% de sódio (19,6g de



sódio/100g de sal). Os autores verificaram que é viável a utilização dos substitutos, podendo ser obtidos produtos com reduzido teor de sódio, sem influenciar as características microbiológicas e físico-químicas analisadas.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A. P. L.; DEMARTINI, M. C.; PINTO, R.M. **Redução de cloreto de sódio em presunto de frango**: influência sobre as características físico-químicas e sensoriais. 2014. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2014. 39p.

ARAÚJO, I.B.S. **Otimização do uso de “sal de ervas” e cloreto de potássio na substituição parcial do cloreto de sódio em corte e em linguiça de frango**. 2012. 102f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Agroalimentar) – Centro de Ciências Sociais, Humanas e Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, 2012.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos**: teoria e prática, 5. ed. Viçosa: UFV, 2011.

AYYASH, M. M.; SHAH, N. P. The effect of substituting NaCl with KCl on Nabulsi cheese: Chemical composition, total viable count, and texture profile. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 2741–2751, 2011.

BANNWART, G.C.M.C.; SILVA, M. E. M. P.; VIDAL, G. Redução de sódio em alimentos: panorama atual e impactos tecnológicos, sensoriais e de saúde pública. **Nutrire**, v.39, p. 348-365, 2014.

BOBOWSKI, N.; RENDAHL, A.; VICKERS, Z. A longitudinal comparison of two salt reduction strategies: Acceptability of a low sodium food depends on the consumer. **Food Quality and Preference**, v.40 (Parte B), p. 270-278, 2015.

BONA, E.; BORSATO D.; SILVA, R. S. S. F.; SILVA, L. H. M. Difusão multicomponente durante a salga mista de queijo Prato. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, p. 394-400, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Acordo de Cooperação Técnica com a ABIA**, 2007. Disponível em <
http://189.28.128.100/dab/docs/portaldab/documentos/acordodecooperacaoabia_ms.pdf>
Acesso em 30 de março de 2016

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Informe Técnico nº 42/2010. **Perfil nutricional dos Alimentos Processados**, 2010a. Disponível em:



<<http://www.cfn.org.br/eficiente/repositorio/Noticias/260.pdf>>. Acesso em: 25 de março de 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) Informe Técnico no 43/2010. **Perfil nutricional dos alimentos processados**, 2010b. Disponível em:

<
http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388729/INFORME%2BT%25C3%2589CNICO%2Bn%2B%2B43%2B-%2B2010-%2BPERFIL%2BNUTRICIONAL%2B_2_.pdf/7e593f1d-434a-421d-adaa-706fa042c06e >Acesso em: 30 de abril de 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Termo de Compromisso nº 34 entre o Ministério da Saúde, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e as Associações Brasileiras das Indústrias de Alimentação, das Indústrias de Massas Alimentícias, da Indústria de Trigo e da Indústria de Panificação e Confeitaria. 13 de Dezembro de 2011a.

BRASIL, Ministério da Saúde. Termo de Compromisso nº 004 entre o Ministério da Saúde e as Associações Brasileiras das Indústrias de Alimentação, das Indústrias de Massas Alimentícias, da Indústria de Trigo e da Indústria de Panificação e Confeitaria, de 7 de Abril de 2011. Brasília, MS, 2011b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Termo de Compromisso nº 35 entre o Ministério da Saúde e as Associações Brasileiras das Indústrias de Alimentação, das Indústrias de Massas Alimentícias, da Indústria de Trigo e da Indústria de Panificação e Confeitaria, de 13 de Dezembro de 2011. Brasília, M.S, 2011c.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. **Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022**. Brasília : Ministério da Saúde, 160 p. (Série B. Textos Básicos de Saúde), 2011d.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Termo de Compromisso s/ nº entre o Ministério da Saúde e as Associações Brasileiras das Indústrias de Alimentação**, de 28 de Agosto de 2012. Brasília, M.S., 2012a.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Informe Técnico nº 50/2012. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/Anvisa+portal/Anvisa/inicio/Alimentos/Assuntos+de+interesse/Informes+Tecnicos>. Brasília, MS, 2012. Acesso em 05 de março de 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução – RDC n.º 23, de 24 de abril de 2013**. Dispõe sobre o teor de iodo no sal destinado ao consumo humano e dá outras providências. Diário Oficial da União, 24 de abril de 2013a. Disponível em <
http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/res0023_23_04_2013.html>. Acesso em: 10 de março de 2016.



BRASIL. Ministério da Saúde. Termo de Compromisso s/no entre o Ministério da Saúde e as Associações Brasileiras das Indústrias de Alimentação - ABIA, Associação Brasileira das Indústrias de Queijo - ABIQ, Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína - ABIPECS, Sindicato da Indústria de Carnes e Derivados - SINDICARNES e Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos - UBABEF, de 5 de Novembro de 2013. Brasília: Ministério da Saúde: 2013b.

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Informe Técnico nº 54/2013**. Teor de sódio nos alimentos processados. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. Disponível em: <
<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388729/INFORME%2BT%25C3%2589CNICO%2BJULHO%2B2013.pdf/b40c6f3f-643c-4eed-a2ed-81c8b607b845>. Acesso em 20 de abril de 2016.

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Informe Técnico nº 61/2014**. Teor de sódio nos alimentos processados. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. Disponível em:
<<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388729/INFORME%2BT%25C3%2589CNICO%2BN.%2B61%2BAGOSTO%2B2014.pdf/c4c7a4ec-0965-4f26-b446-25e3c65e9506>>. Acesso em 03 de março de 2016.

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Informe Técnico nº69/2015**. Teor de sódio nos alimentos processados. Brasília: Ministério da Saúde, 2015. Disponível em: <
<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388729/Informe+T%25C3%A9cnico+n%25C2%BA+69+de+2015/85d1d8f0-5761-4195-9aee-e992abd29b3e>>. Acesso em 03 de março de 2016.

BROCH, A.; CARVALHO, A. C. B.; MADRONA, G. S. Análise sensorial de queijo Mozzarella com reduzido teor de sódio. **Revista GEINTEC**. v. 4, p.841-849, 2014.

CAMINI, A.; MÜLLER, C. S.; BILDHAUER, D.C.; SOUZA, C.F.V. Características físico-químicas de ricotas comercializadas no vale do taquari. **Destaques Acadêmicos**, v. 6, 2015.

CARVALHO, C. B.; VITAL, A. C. P.; TONON, L. A. C.; PIERETTI, G. G.; MADRONA, G. S.; PRADO, I. N. Análise Sensorial de hambúrguer bovino com reduzido teor de sódio. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 10, 2014, Florianópolis. **Anais do X Congresso Brasileiro de Engenharia Química**. São Paulo, Blutcher, 2015. p.4934-4939.

CHINELATE, G. C. B.; TELLES, F. J. S.; GUIMARÃES, A. C. L.; GASPARI JÚNIOR, J. C.; MELO, G. B.; SILVA, C. E. M. Avaliação do teor de sódio no queijo de Coalho produzido no estado do Ceará. In.: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 21., 2004, Juiz de Fora. **Anais do XXI Congresso Nacional de Laticínios**. [S. l.], v.59, n.339, p. 134–137, 2004.



CHOI, Y. M.; JUNG, K. C.; JO, H. M.; NAM, K. W.; CHOE, J. H.; RHEE, M. S.; KIM, B. C.; Combined effects of potassium lactate and calcium ascorbate as sodium chloride substitutes on the physicochemical and sensory characteristics of low-sodium frankfurter sausage. **Meat Science**, v.96, p.21–25, 2014.

COSTA, R. G. B.; LOBATO, V.; ABREU, L. R.; MAGALHÃES, F. A. R. Salga dos Queijos em Salmoura: uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. v. 59, p 41–49, 2004.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.

DUGAT-BONY, E.; SARTHOU, A. S.; PERELLO, M. C.; DE REVEL, G.; BONNARME, P.; HELINCK, S. The effect of reduced sodium chloride content on the microbiological and biochemical properties of a soft surface-ripened cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 99, p. 2502-2511, 2016.

ECK, A. (Coord.). **O queijo**. Lisboa: Europa-América, 1987. 337p. v.1. (Coleção Euroagro).

EMILIANO, J.V.S.; SILVA, J.C.S.; MOREIRA JÚNIOR, S.M.; **Efeito da utilização de substitutos comerciais de sódio em ricota**. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Tecnologia de Laticínios). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2016. 28p.

FERRÃO, L. L.; SILVA, E. B.; SILVA, H. L. A.; SILVA, R.; MOLLAKHALILI, N.; GRANATO, D.; FREITAS, M. Q.; SILVA, M. C.; RAICES, R. S. L.; PADILHA, M. C.; ZACARCHENCO, P. B.; BARBOSA, M. I. M. J.; MORTAZAVIAN, A. M.; CRUZ, A. G. Strategies to develop healthier processed cheeses: Reduction of sodium and fat contents and use of prebiotics. **Food Research International**. v.86, p.93-102, 2016.

FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M.; McSWEENEY, P. L. H. **Fundamentals of Cheese Science**. Gaithersburg. Aspen Publishers Inc. 2000. 544p.

FREIRE, T. V. M. **Estratégias para a redução de sódio em batata palha por meio de substituto e redução de partículas**. Dissertação (Mestrado) Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 2013, 92p. Disponível em <<http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/1722/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Estrat%C3%A9gia%20para%20redu%C3%A7%C3%A3o%20de%20s%C3%B3dio%20em%20batata%20palha%20por%20meio%20de%20substitutos%20e%20redu%C3%A7%C3%A3o%20de%20part%C3%ADculas.pdf>> Acesso em 10 de março de 2016.



FURTADO, M. M. **A arte e a ciência do queijo**. São Paulo. Ed. Globo. 1991. 297p.

GARCIA, C.E.; BOLOGNESI, V.J.; SHIMOKOMAKI, M. Aplicações tecnológicas e alternativas para redução do cloreto de sódio em produtos cárneos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 31, p. 139-150, 2013.

HACHIYA, J. S. A. **A Redução do sódio em queijo Minas Padrão**: efeito nas características físico-químicas e no perfil de textura. 2015. 71f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina. 2015.

HORITA, C. N.; MESSIAS, V. C.; MORGANO, M. A.; HAYAKAWA, F. M.; POLLONIO, M. A. R. Textural, microstructural and sensory properties of reduced sodium frankfurter sausages containing mechanically deboned poultry meat and blends of chloride salts. **Food Research International**, v. 66, p. 23-35, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR - IDEC. **Redução de sódio em alimentos: uma análise dos acordos voluntários no Brasil**. Cadernos Idec. São Paulo: IDEC, v.1, 2014. (Série Alimentos)

ISRAR, T.; RAKHA, A.; SOHAIL, M.; RASHID, S.; SHEHZAD, A. Salt reduction in baked products: Strategies and constraints. **Trends in Food Science & Technology**, v.51, p. 98-105, 2016.

LOURENÇO NETO, J. P. M. **Queijos: Aspectos Tecnológicos**. São Paulo: Master Gráfica, 2013. 270p.

MOREIRA JUNIOR, S.; BENEVENUTO, W.C.A; EMILIANO, J.V.S.; SILVA, J.C.S.; BENEVENUTO JUNIOR, A.A.; MARTINS, J.M. Avaliação microbiológica de ricota condimentada elaborada com a adição de substituintes de sódio disponíveis no mercado. In.: SIMPÓSIO DE CIÊNCIA, INOVAÇÃO & TECNOLOGIA, 8., 2015, Rio Pomba. **Anais do VIII Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia**. Rio Pomba: Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, não paginado, 2015.

NASCIMENTO, R.; CAMPAGNOL, P. C. B. Substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio: influência sobre as características físico-químicas e sensorial de salsichas. **Alimentos e Nutrição**, v. 18, p. 297-302, 2007.

NILSON, E.A.F.; JAIME, P.C; RESENDE, D.O. Iniciativas desenvolvidas no Brasil para a redução do teor de sódio em alimentos processados. **Revista Panamericana Salud Publica**. v. 34, p. 287-292, 2012.



OLIVEIRA, D. F.; MILESKI, J.P.F.; CARLI, C.G.; MARCHI, J.F.; SILVA, D. C.; COELHO, A. R.; TOIAL. Farinha de linhaça dourada com substituto de gordura animal em hambúrguer de carne bovina com redução de sódio. **Brazilian Journal of food technology**, v. 17, p. 273-282, 2014.

OLIVEIRA, M.M.; MALTA, D.C.; SANTOS, M.A.S.; OLIVEIRA, T.P.; NILSON, E.A.; CLARO, R. M. Consumo elevado de sal autorreferido em adultos: dados da Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v.2, p. 249-256, 2015.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**: Tecnologia da carne e de subprodutos. Processamento Tecnológico. 2. ed. Goiânia: Ed. UFG, 2007. v. 2, 1150p.

PAULINO, F.O.; SILVA, T.J.P.; FRANCO, R.M.; FREITAS, M.Q.; FERNANDES, M.L. Redução parcial dos teores de gordura e sal em embutido cárneo suíno com utilização de goma carragena e cloreto de potássio. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, Niterói, v. 13, p. 121-124, 2006.

RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. **Meat Science**, v. 70, p. 531-541, 2005.

RUUSUNEN, M.; SIMOLM, M.; PUOLANNE, E. The effect of fat content and flavor enhancers on the perceived saltiness of cooked 'bologna type' sausages. **Journal of Muscles Food**, v.12, p.107-120, 2001.

SOUZA, V.R.; FREIRE, T.V.; SARAIVA, C.G.; CARNEIRO, J.D.S.; PINHEIRO, A.C.M.; NUNES, C.A. Salt equivalence and temporal dominance of sensations of different sodium chloride substitutes in butter. **Journal of Dairy Research**, v. 3, p319-325, 2013.

VAN DENDER, Ariene G. F. VAN DENDER, A. G. F.; SPADOTI, L. M.; ZACARCHENCO, P. B.; TRENTO, F. K. H. S.; ORMENESE, R. C. S. C.; MORGANO, M. A. Efeito dos sais fundentes nas características do requeijão cremoso sem adição de gordura e com teor reduzido de sódio. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, p. 38-47, 2012.

WALSTRA, P.; GEURTS, T. J.; NOOMEN, A.; JELLEMA, A.; VAN BOEKEL, M. A. J. S. **Ciencia de la Leche y Tecnología de los Productos Lácteos**. Espanha: Editora Acribia. 2001. 730p.

WORD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Salt Reduction**. Disponível em <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs393/en/> >Acesso em 10 agosto de 2016.



YOTSUYANAGI, S.E.; CONTRERAS-CASTILLO, C.J.; .HAGUIWARA, M.M.H.; CIPOLLI, K. M.V.A.B.; LEMOS, A.L.S.C.; MORGANO, M.A.; YAMADA, E.A. Technological, sensory and microbiological impacts of sodium reduction in frankfurters. **Meat Science**, v.115, p.50-59, 2016.



CAPÍTULO 8 - TRANSFORMAÇÕES LINEARES: UM TEXTO PARA LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

Poliana Luz Moreira de Paula

Ranieri Miranda Imperatori

Liliane Martinez Antonow

Marcos Barros de Paula

Marcos Pavani de Carvalho

Discutiremos neste capítulo ideias centrais nos estudos de Transformações Lineares. Procuramos abordar os principais conceitos por meio de algumas demonstrações e exemplos.

Todavia, não pretendemos e nem seria possível compreender e explicar Transformações Lineares em sua completude nesse trabalho.

INTRODUÇÃO

Alguns tipos de funções apresentam características interessantes de dependência entre suas variáveis. Vejamos uma situação que nos interessa: Se uma loja de materiais esportivos que vende produtos pela internet trabalha com uma margem de lucro de 2% do valor vendido. Assim, em um dia em que fosse vendido x reais de produtos, a empresa teria um lucro de $0,02x$. Podemos descrever essa situação como uma função, $L(x) = 0,02x$, onde L representa o lucro e x o valor vendido ao final do dia.

Vejamos duas características importantes que essa função apresenta:

- (i) Para calcular o valor do lucro por dois dias de vendas $(x_1 + x_2)$ reais, podemos tanto multiplicar $(x_1 + x_2)$ pelo fator de lucro 0,02, como calcular os lucros de cada dia de vendas x_1 e x_2 e somá-las, ou seja, $L(x_1 + x_2) = 0,02(x_1 + x_2) = 0,02x_1 + 0,02x_2 = L(x_1) + L(x_2)$.
- (ii) Se o valor vendido em um dia for multiplicado por um fator k , o lucro da empresa será multiplicado por este fator, ou seja, $L(kx) = 0,02(kx) = k(0,02x) = kL(x)$.



Essas duas propriedades, que neste caso são claras, caracterizam uma classe muito especial de funções. Esse tipo de função, cujos domínios e contradomínios são espaços vetoriais, serão chamadas de Transformações Lineares.

TRANSFORMAÇÕES LINEARES

Definição: Sejam U e V espaços vetoriais sobre um corpo \mathbb{K} . Uma transformação linear de U em V é uma função $T: U \rightarrow V$ que possui as seguintes propriedades:

$$(i) T(u_1 + u_2) = T(u_1) + T(u_2), \text{ para todos } u_1, u_2 \in U$$

$$(ii) T(\lambda u) = \lambda T(u), \text{ para todo } \lambda \in \mathbb{K} \text{ e todo } u \in U.$$

As duas propriedades (i) e (ii) são equivalentes a seguinte propriedade:

$$T(\lambda u_1 + u_2) = \lambda T(u_1) + T(u_2).$$

Sejam U e V espaços vetoriais sobre \mathbb{K} e $T: U \rightarrow V$ uma transformação linear. Então:

$$(a) T(0_U) = 0_V, \text{ onde } 0_U \text{ e } 0_V \text{ denotam os vetores nulos de } U \text{ e } V, \text{ respectivamente.}$$

De fato, temos que

$$0_V = T(u_1) - T(u_1) = T(u_1) + (-1)T(u_1) = T(u_1 - u_1) = T(0_U).$$

$$(b) T(-u) = -T(u), \text{ para cada } u \in U.$$

Temos que $-u = (-1) \cdot u$. Logo, $T(-u) = T((-1)u) = (-1)T(u) = -T(u)$.

$$(c) T(\sum_{i=1}^m \alpha_i u_i) = \sum_{i=1}^m \alpha_i T(u_i), \text{ onde } \alpha_i \in \mathbb{K} \text{ e } u_i \in U \text{ para } i = 1, \dots, m.$$



De fato,

$$T\left(\sum_{i=1}^m \alpha_i u_i\right) = T(\alpha_1 u_1 + \dots + \alpha_m u_m) = \alpha_1 T(u_1) \dots + \alpha_m T(u_m) = \sum_{i=1}^m \alpha_i T(u_i).$$

Exemplos:

1) Seja $T: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{M}_2(\mathbb{R})$ definida por $T(x, y) = \begin{bmatrix} x + y & x \\ x - y & y \end{bmatrix}$, uma transformação linear.

De fato,

(i) Sejam $u_1 = (x_1, y_1)$ e $u_2 = (x_2, y_2)$ em \mathbb{R}^2 , tais que:

$$\begin{aligned} T(u_1 + u_2) &= T(x_1 + x_2, y_1 + y_2) \\ &= \begin{bmatrix} (x_1 + x_2) + (y_1 + y_2) & x_1 + x_2 \\ (x_1 + x_2) - (y_1 + y_2) & y_1 + y_2 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} x_1 + y_1 & x_1 \\ x_1 - y_1 & y_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_2 + y_2 & x_2 \\ x_2 - y_2 & y_2 \end{bmatrix} \\ &= T(u_1) + T(u_2). \end{aligned}$$

Logo, $T(u_1 + u_2) = T(u_1) + T(u_2)$.

(ii) Sejam $\alpha \in \mathbb{R}$ e $u = (x, y) \in \mathbb{R}^2$.

$$T(\alpha u) = \begin{bmatrix} \alpha x + \alpha y & \alpha x \\ \alpha x - \alpha y & \alpha y \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} x + y & x \\ x - y & y \end{bmatrix} = \alpha T(u).$$

Logo, $T(\alpha u) = \alpha T(u)$.

Portanto, T é uma transformação linear.

2) Dada a transformação $T: \mathbb{M}_2(\mathbb{R}) \rightarrow \mathbb{R}$ definida por

$$T(A) = a_{11} + a_{12} + a_{21} + a_{22},$$

se $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$, temos que é linear.



De fato,

(i) Sejam $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$ e $B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix}$, em $M_2(\mathbb{R})$, tais que:

$$\begin{aligned} T(A+B) &= T\left(\begin{bmatrix} a_{11}+b_{11} & a_{12}+b_{12} \\ a_{21}+b_{21} & a_{22}+b_{22} \end{bmatrix}\right) \\ &= (a_{11}+b_{11}) + (a_{12}+b_{12}) + (a_{21}+b_{21}) + (a_{22}+b_{22}) \\ &= (a_{11}+a_{12}+a_{21}+a_{22}) + (b_{11}+b_{12}+b_{21}+b_{22}) \\ &= T(A) + T(B). \end{aligned}$$

Logo, $T(A+B) = T(A) + T(B)$.

(ii) Sejam $\alpha \in \mathbb{R}$ e $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}$ em $M_2(\mathbb{R})$.

$$\begin{aligned} T(\alpha A) &= T\left(\begin{bmatrix} \alpha a_{11} & \alpha a_{12} \\ \alpha a_{21} & \alpha a_{22} \end{bmatrix}\right) = \alpha a_{11} + \alpha a_{12} + \alpha a_{21} + \alpha a_{22} \\ &= \alpha(a_{11} + a_{12} + a_{21} + a_{22}) = \alpha T(A). \end{aligned}$$

Logo, $T(\alpha A) = \alpha T(A)$.

Portanto, T é uma transformação linear.

3) A derivada é uma transformação linear D que vai do espaço das funções diferenciáveis $C'(\mathbb{R})$ no espaço das funções $C(\mathbb{R})$.

De fato, para quaisquer funções f_1 e f_2 e qualquer α real temos,

$$(i) D(f_1 + f_2) = D(f_1) + D(f_2)$$

$$(ii) D(\alpha f_1) = \alpha D(f_1)$$

Portanto, D é uma transformação linear.

4) A aplicação $T: \mathbb{P}_2(\mathbb{R}) \rightarrow \mathbb{R}$, definida por $T(p) = \int_{-1}^1 p(t)dt$ é uma transformação linear.

De fato,



(i) Sejam $p(x) = a_1x^2 + b_1x + c_1$ e $q(x) = a_2x^2 + b_2x + c_2$, em $\mathbb{P}_2(\mathbb{R})$, tais que:

$$\begin{aligned}T(p + q) &= T[(a_1x^2 + b_1x + c_1) + (a_2x^2 + b_2x + c_2)] \\&= T[(a_1 + a_2)x^2 + (b_1 + b_2)x + (c_1 + c_2)] \\&= \int_{-1}^1 [(a_1 + a_2)t^2 + (b_1 + b_2)t + (c_1 + c_2)] dt \\&= \left[\frac{(a_1 + a_2)t^3}{3} + \frac{(b_1 + b_2)t^2}{2} + (c_1 + c_2)t \right]_{-1}^1 \\&= \left[\frac{(a_1 + a_2)1^3}{3} + \frac{(b_1 + b_2)1^2}{2} + (c_1 + c_2)1 \right] \\&\quad - \left[\frac{(a_1 + a_2)(-1)^3}{3} + \frac{(b_1 + b_2)(-1)^2}{2} + (c_1 + c_2)(-1) \right] \\&= \frac{2}{3}(a_1 + a_2) + 2(c_1 + c_2) \\&= \int_{-1}^1 p(t)dt + \int_{-1}^1 q(t)dt \\&= T(p) + T(q).\end{aligned}$$

Logo, $T(p + q) = T(p) + T(q)$.

(ii) Sejam $\alpha \in \mathbb{R}$ e $p(x) = a_1x^2 + b_1x + c_1$ em $\mathbb{P}_2(\mathbb{R})$

$$\begin{aligned}T(\alpha p) &= T(\alpha a_1x^2 + \alpha b_1x + \alpha c_1) \\&= \int_{-1}^1 (\alpha a_1t^2 + \alpha b_1t + \alpha c_1) dt \\&= \left[\frac{\alpha a_1t^3}{3} + \frac{\alpha b_1t^2}{2} + \alpha c_1t \right]_{-1}^1 \\&= \left(\frac{\alpha a_11^3}{3} + \frac{\alpha b_11^2}{2} + \alpha c_11 \right) - \left(\frac{\alpha a_1(-1)^3}{3} + \frac{\alpha b_1(-1)^2}{2} + \alpha c_1(-1) \right) \\&= \frac{2}{3}\alpha a_1 + 2\alpha c_1 = \alpha \int_{-1}^1 p(t)dt \\&= \alpha T(p).\end{aligned}$$

Logo, $T(\alpha p) = \alpha T(p)$.



Portanto, T é uma transformação linear.

Uma propriedade importante de transformação linear é que ela fica totalmente determinada se conhecermos seus valores nos vetores de uma base de seu domínio. Mais precisamente, temos o resultado a seguir.

Teorema: Sejam U e V dois espaços vetoriais sobre \mathbb{K} . Se $\{u_1, \dots, u_n\}$ for uma base de U e se $\{v_1, \dots, v_n\} \subseteq V$, então existe uma única transformação linear $T: U \rightarrow V$ tal que $T(u_i) = v_i$, para cada $i = 1, \dots, n$.

Demonstração: Tome $u \in U$. Como $\{u_1, \dots, u_n\}$ é base de U , temos que u se escreve de maneira única como combinação linear dos vetores da base, ou seja, $u = \lambda_1 u_1 + \dots + \lambda_n u_n = \sum_{i=1}^n \lambda_i u_i$, onde $\lambda_1, \dots, \lambda_n \in \mathbb{K}$. Portanto,

$$T(u) = T(\lambda_1 u_1 + \dots + \lambda_n u_n) = \lambda_1 T(u_1) + \dots + \lambda_n T(u_n) = \sum_{i=1}^n \lambda_i T(u_i) = \sum_{i=1}^n \lambda_i v_i.$$

Tomemos agora, $u = \sum_{i=1}^n \beta_i u_i$, e $v = \sum_{i=1}^n \alpha_i u_i$ dois vetores de U , onde os β_i 's, α_i 's estão em \mathbb{K} . Temos,

$$\begin{aligned} T(\lambda u + w) &= T\left(\lambda \left(\sum_{i=1}^n \beta_i u_i\right) + \sum_{i=1}^n \alpha_i u_i\right) = T\left(\sum_{i=1}^n (\lambda \beta_i + \alpha_i) u_i\right) \\ &= \sum_{i=1}^n (\lambda \beta_i + \alpha_i) v_i = \lambda \sum_{i=1}^n \beta_i v_i + \sum_{i=1}^n \alpha_i v_i = \lambda T\left(\sum_{i=1}^n \beta_i u_i\right) + T\left(\sum_{i=1}^n \alpha_i u_i\right) \\ &= \lambda T(u) + T(w). \end{aligned}$$

Logo, T é linear.

Consideremos agora uma transformação linear $S: U \rightarrow V$ tal que $S(u_i) = v_i$, para cada $i = 1, \dots, n$. Para $u = \sum_{i=1}^n \lambda_i u_i \in U$, com $\lambda_i \in \mathbb{K}$, teremos



$$S(u) = S\left(\sum_{i=1}^n \lambda_i u_i\right) = \sum_{i=1}^n \lambda_i S(u_i) = \sum_{i=1}^n \lambda_i v_i = T(u).$$

Como tomamos $u \in U$ de modo arbitrário, $S = T$.

NÚCLEO E IMAGEM DE UMA TRANSFORMAÇÃO LINEAR

O núcleo e a imagem de uma transformação linear são dois subespaços de seu domínio e contradomínio, respectivamente, que nos fornecem informações valiosas sobre a transformação. Há uma relação importante entre as dimensões do domínio, do núcleo e da imagem de uma transformação linear, que apresentaremos a seguir.

Definição: Sejam U e V dois espaços vetoriais sobre um corpo \mathbb{K} e $T: U \rightarrow V$ uma transformação linear.

(i) O núcleo de T é o conjunto $NucT = \{u \in U: T(u) = 0\}$.

(ii) A imagem de T será o conjunto $ImT = \{v \in V: \exists u \in U \text{ com } T(u) = v\}$.

Proposição: Sejam U e V dois espaços vetoriais sobre \mathbb{K} e $T: U \rightarrow V$ uma transformação linear. Então:

(a) $NucT$ é um subespaço vetorial de U e ImT é um subespaço vetorial de V .

(b) T é uma transformação linear injetora se, e somente se, $NucT = 0$.

Demonstração:

(a) Vamos analisar primeiro o núcleo:

Sabemos que $NucT \neq \emptyset$, pois $T(0_U) = 0_V$. Agora, sejam $u_1, u_2 \in NucT$ e $\alpha \in \mathbb{K}$. Temos

$$T(u_1 + \alpha u_2) = T(u_1) + \alpha T(u_2) = 0 + \alpha 0 = 0.$$

Logo, $u_1 + \alpha u_2 \in NucT$, e portanto, $NucT$ é um subespaço vetorial de U .

Analisaremos a imagem:



Sejam $v_1, v_2 \in \text{Im}T$ e $\beta \in \mathbb{K}$. Existem $u_1, u_2 \in U$ tais que $T(u_1) = v_1$ e $T(u_2) = v_2$. Assim, $v_1 + v_2 = T(u_1) + T(u_2) = T(u_1 + u_2)$. Portanto, $v_1 + v_2 \in \text{Im}T$.

Como $\beta v_1 = \beta T(u_1) = T(\beta u_1)$, temos que $\beta v_1 \in \text{Im}T$.

Logo, $\text{Im}T$ é um subespaço vetorial de V .

(b) (\Rightarrow) Seja $x \in \text{Nuc}T$. Daí, $T(x) = 0$. Sabemos que $T(0) = 0$. E como T é injetora, segue que $x = 0$.

(\Leftarrow) Suponhamos que $\text{Nuc}T = \{0\}$ e sejam $u_1, u_2 \in U$ tais que $T(u_1) = T(u_2)$. Temos que $0 = T(u_1) - T(u_2) = T(u_1 - u_2)$. Portanto, $u_1 - u_2 \in \text{Nuc}T = \{0\}$ e, $u_1 = u_2$. Logo, T é injetora.

Lema: Sejam U e V dois espaços vetoriais sobre \mathbb{K} e $T: U \rightarrow V$ uma transformação linear. Se $B = \{u_1, \dots, u_n\}$ é uma base de U , então $\{T(u_1), \dots, T(u_n)\}$ gera $\text{Im}T$.

Demonstração: Seja $v \in \text{Im}T$. Logo, existe $u \in U$ tal que $T(u) = v$. Mas, como $\{u_1, \dots, u_n\}$ é base de U , temos que

$$T(u) = T(\alpha_1 u_1 + \dots + \alpha_n u_n) = v, \text{ com } \alpha_i \in \mathbb{K} \text{ e } 1 \leq i \leq n.$$

Daí, como T é linear, $v = \alpha_1 T(u_1) + \dots + \alpha_n T(u_n)$ e $\{T(u_1), \dots, T(u_n)\}$ gera $\text{Im}T$.

Teorema: Sejam U e V dois espaços vetoriais sobre \mathbb{K} com $\dim_{\mathbb{K}} U$ finita e $T: U \rightarrow V$ uma transformação linear. Então

$$\dim_{\mathbb{K}} U = \dim_{\mathbb{K}} \text{Nuc}T + \dim_{\mathbb{K}} \text{Im}T.$$

Demonstração: Suponhamos que $\dim_{\mathbb{K}} U = n$ e seja $B = \{u_1, \dots, u_m\}$ uma base de $\text{Nuc}T$. Como qualquer conjunto linearmente independente (l.i.) em U tem no máximo n vetores, segue que $m \leq n$. Portanto, vamos considerar $m = n$ ou $m < n$.

(i) Se $m = n$:

Temos que $\dim_{\mathbb{K}} \text{Nuc}T = \dim_{\mathbb{K}} U$, ou seja $\text{Nuc}T = U$. Segue que $\text{Im}T = \{0\}$ e portanto, $\dim_{\mathbb{K}} \text{Im}T = 0$.



(ii) Se $m < n$:

Podemos completar B para obtermos uma base de U . Seja $B' = \{u_1, u_2, \dots, u_m, u_{m+1}, \dots, u_n\}$. Neste caso, precisamos mostrar que $\{T(u_{m+1}), \dots, T(u_n)\}$ é uma base de ImT .

Temos que a imagem da transformação T é gerada pelo conjunto $\{T(u_{m+1}), \dots, T(u_n)\}$, ou seja, $ImT = G(\{T(u_{m+1}), \dots, T(u_n)\})$. Para provar que são l.i., consideremos a equação

$$\alpha_{m+1}T(u_{m+1}) + \dots + \alpha_n T(u_n) = 0,$$

onde, $\alpha_{m+1}, \dots, \alpha_n \in \mathbb{K}$, ou seja, $\alpha_{m+1}u_{m+1} + \dots + \alpha_n u_n \in NucT$.

Como B é base de $NucT$, existem $\alpha_1, \dots, \alpha_m \in \mathbb{K}$ tais que

$$\alpha_{m+1}u_{m+1} + \dots + \alpha_n u_n = \alpha_1 u_1 + \dots + \alpha_m u_m.$$

Daí,

$$\alpha_{m+1}u_{m+1} + \dots + \alpha_n u_n - \alpha_1 u_1 - \dots - \alpha_m u_m = 0.$$

Sendo B' base de U , temos que $\alpha_{m+1} = \dots = \alpha_n = 0$, ou seja, $\{T(u_{m+1}), \dots, T(u_n)\}$ é l.i.

ISOMORFISMOS

Existem alguns espaços vetoriais que possuem a mesma forma. Assim, as transformações lineares entre estes espaços recebem um nome especial. Estas transformações desempenham um importante papel na Álgebra Linear.

Definição: Sejam U e V dois espaços vetoriais sobre \mathbb{K} .

(i) Seja $T: U \rightarrow V$ uma transformação linear. Se T for bijetora, então dizemos que ela é um isomorfismo.

(ii) Se T é um isomorfismo, então U e V são espaços vetoriais isomorfos ($U \cong V$).

Teorema: Dois espaços vetoriais de dimensão finita são isomorfos se, e somente se, possuem a mesma dimensão.



Demonstração:

(\Rightarrow) Seja $T: U \rightarrow V$ um isomorfismo. Daí, temos que

- T é injetora $\Rightarrow \text{Nuc}T = \{0\} \Rightarrow \dim_{\mathbb{K}} \text{Im}T = \dim_{\mathbb{K}} U$.
- T é sobrejetora $\Rightarrow \text{Im}T = V \Rightarrow \dim_{\mathbb{K}} \text{Im}T = \dim_{\mathbb{K}} V$.

Logo, $\dim_{\mathbb{K}} U = \dim_{\mathbb{K}} V$.

(\Leftarrow) Seja $\dim_{\mathbb{K}} U = \dim_{\mathbb{K}} V = n$ e $\alpha = \{u_1, \dots, u_n\}, \beta = \{v_1, \dots, v_n\}$ bases de U e V , respectivamente. Dado $u \in U$, podemos escrever de modo único

$$u = \lambda_1 u_1 + \dots + \lambda_n u_n,$$

com $\lambda_1, \dots, \lambda_n \in \mathbb{K}$. Definamos $T: U \rightarrow V$ por $T(u) = \lambda_1 v_1 + \dots + \lambda_n v_n$.

Seja $u = \lambda_1 u_1 + \dots + \lambda_n u_n \in \text{Nuc}T$. Então, $T(u) = 0$, ou seja,

$$\lambda_1 v_1 + \dots + \lambda_n v_n = 0 \Rightarrow u = 0,$$

pois $\{v_1, \dots, v_n\}$ é uma base de V . Daí, temos $\text{Nuc}T = \{0\} \Rightarrow T$ é injetora. Segundo Boldrini et al. (1980), como U e V possuem a mesma dimensão, segue que T é um isomorfismo, ou seja, U e V são isomorfos.

Observação: Seja $T: U \rightarrow V$ uma transformação linear bijetora. Logo, existe a função inversa de T , $T^{-1}: V \rightarrow U$. A função T^{-1} é também uma transformação linear. Vejamos:

Sejam $v_1, v_2 \in V$ e $\lambda \in \mathbb{K}$. Como T é bijetora, existem únicos vetores u_1 e u_2 em U tais que $T(u_1) = v_1$ e $T(u_2) = v_2$. Portanto,

$$\begin{aligned} T^{-1}(v_1 + \lambda v_2) &= T^{-1}(T(u_1) + \lambda T(u_2)) \\ &= T^{-1}(T(u_1 + \lambda u_2)) \\ &= u_1 + \lambda u_2 \\ &= T^{-1}(v_1) + \lambda T^{-1}(v_2). \end{aligned}$$

A seguir, veremos alguns exemplos de Transformações Lineares que são isomorfismos.

Exemplos:

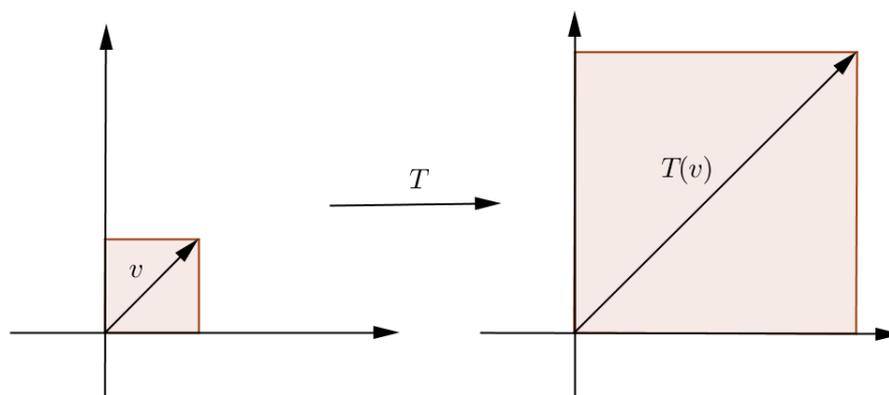
1) A função $T: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2, T(v) = \alpha \cdot v$, onde $\alpha \in \mathbb{R}$, é uma transformação linear. Esta transformação é conhecida como expansão (ou contração) uniforme.

De fato, dados $v_1, v_2 \in \mathbb{R}^2$ e $\beta \in \mathbb{R}$, tem-se que

$$T(v_1 + \beta v_2) = \alpha(v_1 + \beta v_2) = \alpha v_1 + \alpha \beta v_2 = T(v_1) + \alpha T(v_2).$$

Por exemplo: $T: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2, T(x, y) = 2(x, y)$. Esta função leva cada vetor do plano num mesmo vetor de mesma direção e sentido de v , mas de módulo maior.

Figura 1: Expansão Uniforme



Fonte: Elaborada pelos autores

Se tomássemos a transformação linear $F: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2, F(x, y) = \frac{1}{2}(x, y)$, então F seria uma contração.

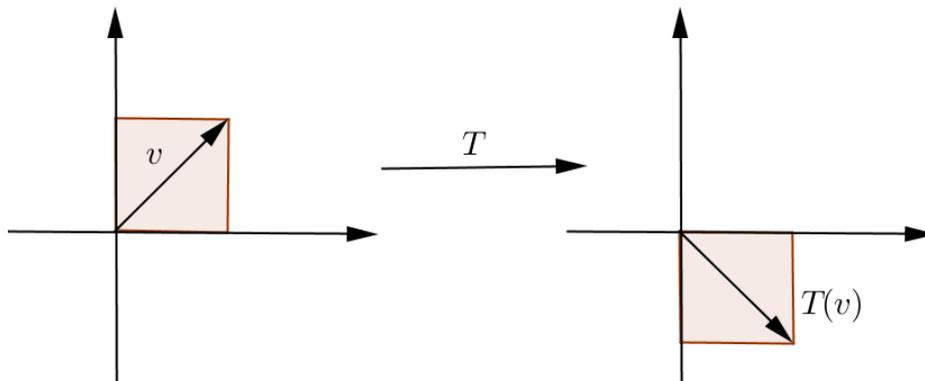
2) A função $T: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2, T(x, y) = (x, -y)$, é uma transformação linear. Esta transformação é conhecida como reflexão em torno do eixo x .

De fato, dados $(x_1, y_1), (x_2, y_2) \in \mathbb{R}^2$ e $\alpha \in \mathbb{R}$, tem-se que

$$\begin{aligned} T((x_1, y_1) + \alpha(x_2, y_2)) &= T(x_1 + \alpha x_2, y_1 + \alpha y_2) \\ &= (x_1 + \alpha x_2, -y_1 - \alpha y_2) \\ &= (x_1, -y_1) + \alpha(x_2, -y_2) \\ &= T(x_1, y_1) + \alpha T(x_2, y_2). \end{aligned}$$



Figura 2: Reflexão em torno de x



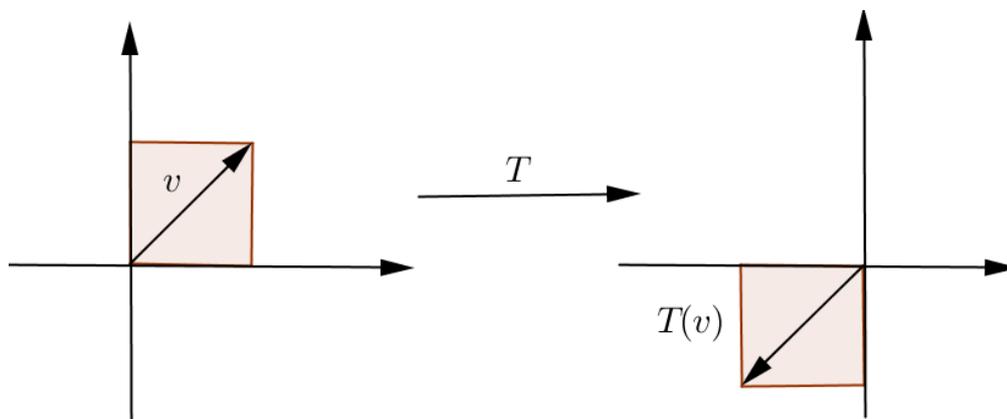
Fonte: Elaborada pelos autores

3) A função $T: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2, T(x, y) = (-x, -y)$, é uma transformação linear. Esta transformação é conhecida como reflexão na origem.

De fato, dados $(x_1, y_1), (x_2, y_2) \in \mathbb{R}^2$ e $\alpha \in \mathbb{R}$, tem-se que

$$\begin{aligned} T((x_1, y_1) + \alpha(x_2, y_2)) &= T(x_1 + \alpha x_2, y_1 + \alpha y_2) \\ &= (-x_1 - \alpha x_2, -y_1 - \alpha y_2) \\ &= (-x_1, -y_1) + \alpha(-x_2, -y_2) \\ &= T(x_1, y_1) + \alpha T(x_2, y_2). \end{aligned}$$

Figura 3: Reflexão na origem



Fonte: Elaborada pelos autores



4) A função $R_\theta: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2, R_\theta(x, y) = (x\cos\theta - y\sin\theta, y\cos\theta + x\sin\theta)$, é uma transformação linear. Esta transformação é conhecida como rotação de um ângulo θ (no sentido anti-horário).

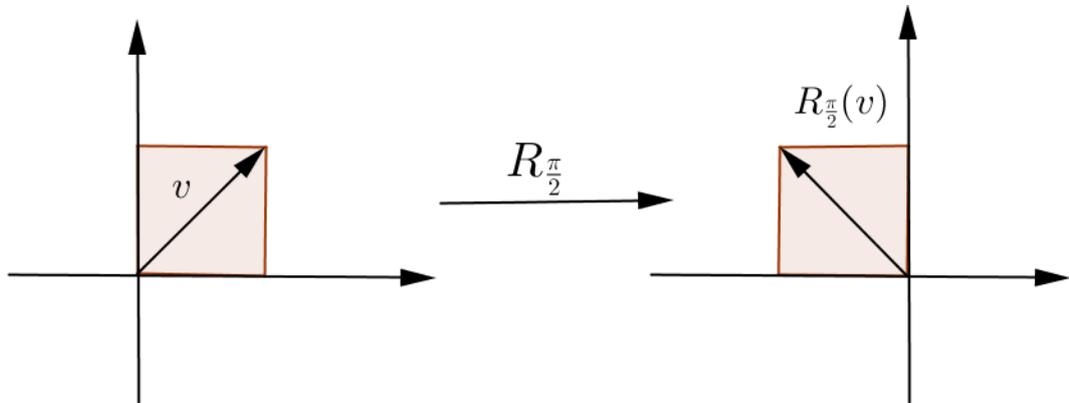
De fato, dados $(x_1, y_1), (x_2, y_2) \in \mathbb{R}^2$ e $\alpha \in \mathbb{R}$, tem-se que

$$\begin{aligned} R_\theta((x_1, y_1) + \alpha(x_2, y_2)) &= R_\theta(x_1 + \alpha x_2, y_1 + \alpha y_2) \\ &= ((x_1 + \alpha x_2)\cos\theta - (y_1 + \alpha y_2)\sin\theta, (y_1 + \alpha y_2)\cos\theta + (x_1 + \alpha x_2)\sin\theta) \\ &= (x_1\cos\theta + \alpha x_2\cos\theta - y_1\sin\theta - \alpha y_2\sin\theta, y_1\cos\theta + \alpha y_2\cos\theta + x_1\sin\theta + \alpha x_2\sin\theta) \\ &= (x_1\cos\theta - y_1\sin\theta, y_1\cos\theta + x_1\sin\theta) + (\alpha x_2\cos\theta - \alpha y_2\sin\theta, \alpha y_2\cos\theta + \alpha x_2\sin\theta) \\ &= R_\theta((x_1, y_1)) + \alpha R_\theta((x_2, y_2)). \end{aligned}$$

Considerando o caso particular onde $\theta = \frac{\pi}{2}$. Neste caso teremos $R_{\frac{\pi}{2}}: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$,

$$R_{\frac{\pi}{2}}(x, y) = (-y, x).$$

Figura 4: Rotação de $\frac{\pi}{2}$



Fonte: Elaborada pelos autores

5) A função $T: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2, T(x, y) = (x + \beta y, y)$, onde $\beta \in \mathbb{R}$, é uma transformação linear. Esta transformação é conhecida como cisalhamento horizontal.

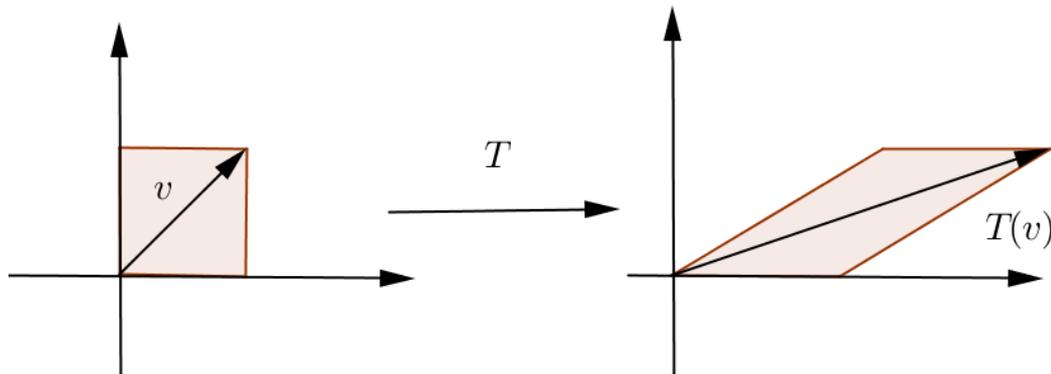
De fato, dados $(x_1, y_1), (x_2, y_2) \in \mathbb{R}^2$ e $\alpha \in \mathbb{R}$, tem-se que

$$\begin{aligned} T((x_1, y_1) + \alpha(x_2, y_2)) &= T(x_1 + \alpha x_2, y_1 + \alpha y_2) \\ &= (x_1 + \alpha x_2 + \beta(y_1 + \alpha y_2), y_1 + \alpha y_2) \\ &= (x_1 + \beta y_1, y_1) + (\alpha x_2 + \beta \alpha y_2, \alpha y_2) = T(x_1, y_1) + \alpha T(x_2, y_2). \end{aligned}$$

No caso em que $\alpha = 2$, temos o seguinte cisalhamento

$$T: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2, T(x, y) = (x + 2y, y).$$

Figura 5: Cisalhamento Horizontal



Fonte: Elaborada pelos autores

6) A função $T: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2, T(x, y) = (x + a, y + b)$, onde $a, b \in \mathbb{R}^*$ não é uma transformação linear.

De fato, se tomarmos $(x_1, y_1) = (1, 0)$, $(x_2, y_2) = (1, 1)$, $(a, b) = (-1, -2)$ e $\alpha = 1$ então,

$$T((1, 0) + 1(1, 1)) = T(2, 1) = (1, -1) \neq (0, -3) = T(1, 0) + 1T(1, 1).$$

MATRIZ DE UMA TRANSFORMAÇÃO LINEAR

Existem algumas transformações lineares que podem ser estudadas através de matrizes associadas a elas. Utilizar essas matrizes facilitam e muito alguns cálculos e informações que precisamos conhecer sobre as transformações. Veremos a seguir quais transformações podem ser associadas a matrizes.

Sejam V e W espaços vetoriais sobre \mathbb{K} com dimensões n e m respectivamente, e seja $T: V \rightarrow W$ uma transformação linear. Considere $B = \{v_1, \dots, v_n\}$ e $B' = \{w_1, \dots, w_m\}$ bases de V e W , respectivamente.



Queremos associar a T uma matriz $m \times n$ sobre \mathbb{K} . Portanto, como B' é base de W , podemos determinar escalares λ_{ij} , com $1 \leq i \leq m$, $1 \leq j \leq n$, tais que

$$T(v_i) = \lambda_{1i}w_1 + \dots + \lambda_{ji}w_j + \dots + \lambda_{mi}w_m \quad (1)$$

Tomemos agora v em V . Temos que $v = k_1v_1 + \dots + k_nv_n$, com $k_1, \dots, k_n \in \mathbb{K}$. Por (1), segue que

$$\begin{aligned} T(v) &= k_1T(v_1) + \dots + k_nT(v_n) \\ &= k_1(\lambda_{11}w_1 + \dots + \lambda_{m1}w_m) + \dots + k_n(\lambda_{1n}w_1 + \dots + \lambda_{mn}w_m) \\ &= (\lambda_{11}k_1 + \dots + \lambda_{1n}k_n)w_1 + \dots + (\lambda_{m1}k_1 + \dots + \lambda_{mn}k_n)w_m. \end{aligned}$$

Logo,

$$\begin{aligned} [T(v)]_{B'} &= \begin{bmatrix} \lambda_{11}k_1 + \dots + \lambda_{1n}k_n \\ \vdots \\ \lambda_{m1}k_1 + \dots + \lambda_{mn}k_n \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \dots & \lambda_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ \lambda_{m1} & \dots & \lambda_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} k_1 \\ \vdots \\ k_n \end{bmatrix} = [T]_{B'}^B \cdot [v]_B, \end{aligned}$$

onde definimos

$$[T]_{B'}^B = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \dots & \lambda_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ \lambda_{m1} & \dots & \lambda_{mn} \end{bmatrix} \text{ (ou } [T]_{B,B'}).$$

A matriz $[T]_{B'}^B$ é chamada a matriz de T nas bases B e B' .

Notemos que $[T]_{B'}^B$ é uma matriz de ordem $m \times n$ tal que, para cada $1 \leq i \leq n$, a i -ésima coluna de $[T]_{B'}^B$ é dada pelas coordenadas de $T(v_i)$ na base B' .

Proposição: Sejam V e W dois espaços vetoriais sobre \mathbb{K} com dimensões n e m , respectivamente. Dadas bases B e C de V e W , respectivamente, e uma matriz M em $\mathbb{M}_{m \times n}(\mathbb{K})$, então existe uma (única) transformação linear $T: V \rightarrow W$ tal que $[T]_{B,C} = M$.

Demonstração: Sejam $B = \{v_1, \dots, v_n\}$ e $C = \{w_1, \dots, w_m\}$. Daí, $T(v_1) = \lambda_{11}w_1 + \dots + \lambda_{m1}w_m$, $\lambda_{ij} \in \mathbb{K}$. Temos que $v = \beta_1v_1 + \dots + \beta_nv_n$, $\beta_i \in \mathbb{K}$.



Portanto, como T é linear,

$$\begin{aligned} T(v) &= T(\beta_1 v_1 + \cdots + \beta_n v_n) \\ &= \beta_1 T(v_1) + \cdots + \beta_n T(v_n) \\ &= \beta_1(\lambda_{11} w_1 + \cdots + \lambda_{m1} w_m) + \cdots + \beta_n(\lambda_{1n} w_1 + \cdots + \lambda_{mn} w_m) \\ &= (\lambda_{11} \beta_1 + \cdots + \lambda_{1n} \beta_n) w_1 + \cdots + (\lambda_{m1} \beta_1 + \cdots + \lambda_{mn} \beta_n) w_m. \end{aligned}$$

Logo,

$$\begin{aligned} [T(v)]_C &= \begin{bmatrix} \lambda_{11} \beta_1 + \cdots + \lambda_{1n} \beta_n \\ \vdots \\ \lambda_{m1} \beta_1 + \cdots + \lambda_{mn} \beta_n \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \cdots & \lambda_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \lambda_{m1} & \cdots & \lambda_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_n \end{bmatrix} = [T]_{B,C} \cdot [v]_B. \end{aligned}$$

Consideremos agora, uma transformação linear $S: V \rightarrow W$ tal que $S(v_i) = \lambda_{1i} w_1 + \cdots + \lambda_{mi} w_m$, $\lambda_{ij} \in \mathbb{K}$. Daí, segue que para $v = \beta_1 v_1 + \cdots + \beta_n v_n$, com $\beta_n \in \mathbb{K}$, teremos

$$\begin{aligned} S(v) &= S(\beta_1 v_1 + \cdots + \beta_n v_n) \\ &= \beta_1 S(v_1) + \cdots + \beta_n S(v_n) \\ &= \beta_1(\lambda_{11} w_1 + \cdots + \lambda_{m1} w_m) + \cdots + \beta_n(\lambda_{1n} w_1 + \cdots + \lambda_{mn} w_m) \\ &= (\lambda_{11} \beta_1 + \cdots + \lambda_{1n} \beta_n) w_1 + \cdots + (\lambda_{m1} \beta_1 + \cdots + \lambda_{mn} \beta_n) w_m \\ &= T(v). \end{aligned}$$

Portanto, $[S(v)]_C = [T(v)]_C = [T]_{B,C} \cdot [v]_B$, onde

$$[T]_{B,C} = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \cdots & \lambda_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \lambda_{m1} & \cdots & \lambda_{mn} \end{bmatrix} = [S]_{B,C}.$$

Agora, tomemos $v = \sum_{i=1}^n \alpha_i v_i$ e $u = \sum_{i=1}^n \beta_i v_i$ dois vetores de V , onde os α_i 's e β_i 's estão em \mathbb{K} e seja $\lambda \in \mathbb{K}$. Então:



$$\begin{aligned} T(\lambda v + u) &= T\left(\lambda\left(\sum_{i=1}^n \alpha_i v_i\right) + \left(\sum_{i=1}^n \beta_i v_i\right)\right) \\ &= T\left(\sum_{i=1}^n (\lambda\alpha_i + \beta_i)v_i\right) \\ &\stackrel{\text{def}}{=} \sum_{i=1}^n (\lambda\alpha_i + \beta_i)w_i \\ &= \lambda \sum_{i=1}^n \alpha_i w_i + \sum_{i=1}^n \beta_i w_i \\ &= \lambda T\left(\sum_{i=1}^n \alpha_i v_i\right) + T\left(\sum_{i=1}^n \beta_i v_i\right) \\ &= \lambda T(v) + T(u). \end{aligned}$$

Portanto, T é linear.

Observamos que a dimensão do subespaço ImT é também chamada de posto de T e a dimensão do subespaço $NucT$ é chamada de nulidade de T . Veremos isto no exemplo a seguir.

Exemplo: Seja $T: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathcal{P}_2(\mathbb{R})$, uma transformação linear do espaço \mathbb{R}^2 no espaço de polinômios de grau no máximo dois, definida por

$$T(a, b) = (a + b)x^2 + (a - b)x + 2a.$$

Tomando as bases canônicas $\alpha = \{(1,0), (0,1)\}$ e $\beta = \{1, x, x^2\}$ dos espaços \mathbb{R}^2 e $\mathcal{P}_2(\mathbb{R})$, respectivamente, podemos obter a matriz da transformação linear $A = [T]_{\beta}^{\alpha}$, como segue:

$$T(1,0) = x^2 + x + 2 = \mathbf{2} \cdot \mathbf{1} + \mathbf{1} \cdot x + \mathbf{1} \cdot x^2 \quad \text{e} \quad T(0,1) = x^2 - x = \mathbf{0} \cdot \mathbf{1} + (-\mathbf{1}) \cdot x + \mathbf{1} \cdot x^2.$$



Os coeficientes em destaque no primeiro desenvolvimento formam a primeira coluna da matriz A e os do segundo desenvolvimento formam a segunda coluna da matriz A , assim:

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 1 & -1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Para determinar o posto e a nulidade da matriz A , $p(A)$ e $n(A)$, respectivamente, devemos escalonar a matriz A até obter a sua matriz linha equivalente na forma escada.

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 1 & -1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} L_1 \rightarrow \frac{1}{2}L_1$$

$$\sim \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & -1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{array}{l} L_2 \rightarrow L_2 - L_1 \\ L_3 \rightarrow L_3 - L_1 \end{array}$$

$$\sim \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} L_2 \rightarrow (-1)L_2$$

$$\sim \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} L_3 \rightarrow L_3 - L_2$$

$$\sim \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} = B.$$

Como $p(A)$ é o número de linhas não nulas da matriz B segue que $p(A) = 2$ e $n(A)$ é obtido pela diferença entre o número de colunas de A e seu posto, temos $n(A) = 2 - 2 = 0$.



Obtendo o núcleo e a imagem da transformação e suas dimensões.

$$\text{Temos } \text{Nuc}(T) = \{(a, b) \in \mathbb{R}^2 \mid T(a, b) = 0\} = \{(0, 0)\}.$$

De fato,

$$T(a, b) = 0 \Leftrightarrow (a + b)x^2 + (a - b)x + 2a = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} a + b = 0 \\ a - b = 0 \\ 2a = 0 \end{cases} \Leftrightarrow a = b = 0.$$

$$\text{Sendo assim, } \dim(\text{Nuc}(T)) = 0 = n(A).$$

Temos $\text{Im}(T) = \{f(x) \in \mathcal{P}_2(\mathbb{R}) \mid T(a, b) = f(x), \text{ para algum } (x, y) \in \mathbb{R}^2\}$, o que significa dizer que os vetores do conjunto imagem são da forma

$$(a + b)x^2 + (a - b)x + 2a = a(x^2 + x + 2) + b(x^2 - x).$$

Podemos afirmar que o conjunto $\{x^2 + x + 2, x^2 - x\}$ gera o conjunto $\text{Im}(T)$, isto é, $\text{Im}(T) = G(\{x^2 + x + 2, x^2 - x\})$.

Como não existe $\lambda \in \mathbb{R}$ tal que $x^2 + x + 2 = \lambda(x^2 - x)$, $\{x^2 + x + 2, x^2 - x\}$ é um conjunto l.i. e, portanto, uma base de $\text{Im}(T)$. De onde afirmamos $\dim(\text{Im}(T)) = 2 = p(A)$.

Usando o Teorema do Núcleo e da Imagem:

$$\dim(\mathbb{R}^2) = \dim(\text{Nuc}(T)) + \dim(\text{Im}(T)) = n(A) + p(A) = 0 + 2 = 2.$$

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Este capítulo foi baseado nos estudos da Iniciação Científica, intitulada “Tópicos de Álgebra Linear”, realizada no ano de 2015 pelo futuro professor de matemática Ranieri Miranda Imperatori, sob a orientação da Professora Poliana Luz Moreira de Paula. Essa atividade contou o apoio financeiro do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais - *Campus* Rio Pomba.



Convém ressaltar que a iniciação científica proporcionou ao licenciando um maior conhecimento sobre o assunto, além de favorecer a autonomia nos estudos de temas que exigem maior concentração.

Relativamente ao tema “Tópicos de Transformações lineares” discutido nesse trabalho, foi fundamental a contribuição dos professores do Departamento Acadêmico de Matemática, Física e Estatística que ministram a disciplina Álgebra linear, no delineamento e abordagem desse tema.

Segundo Karrer (2006) a dificuldade dos alunos no estudo da álgebra linear, não é um problema específico do Brasil. Nesse sentido Karrer (2006) cita os trabalhos de Dories (1997, 2000) que discute resultados dessa problemática em diversos países. Nosso objetivo é contribuir para a melhoria do ensino da Álgebra Linear nos cursos de graduação, especificamente a respeito das Transformações Lineares.

Assim, propomos esse trabalho como texto de apoio a professores que ministram essa disciplina e como material de estudo aos estudantes dos cursos de graduação, principalmente da Licenciatura em Matemática e Computação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOLDRINI, J.L. **Álgebra linear**. 3ª ed. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1980.

CARRER, M. **Articulação entre Álgebra Linear e Geometria: um estudo sobre as transformações lineares na perspectiva dos registros de representação semiótica**. São Paulo, 2016. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

COELHO, F.U.; LOURENÇO, M.L. **Um curso de álgebra linear**. 2ª ed. São Paulo: Edusp-Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

HEFEZ, A.; FERNANDES C.S. **Introdução à Álgebra Linear**. Rio de Janeiro: SBM, 2012.



LIMA, E. L. **Álgebra Linear**. 7^a ed. Rio de Janeiro: IMPA, 2008.



CAPÍTULO 9 - OVOS DE CODORNA E DE GALINHA: PESQUISAS SOBRE A QUALIDADE E O INCENTIVO AO CONSUMO DESTES NOBRES ALIMENTOS

Michele de Oliveira Mendonça

Altair José Teixeira

Ana Claudia Goulart Oliveira

Lidiane da Costa Santana

1. INTRODUÇÃO

Por se tratar de um alimento de alta qualidade e preço acessível, o ovo deveria ser amplamente consumido, principalmente pela população de baixa renda. Segundo Turatti *et al.* (2002), o ovo pode ser considerado um alimento nutricionalmente completo e é uma das melhores opções para solucionar os problemas de nutrição na América Latina.

O ovo é rico em proteínas de alto valor biológico, vitaminas do complexo B, A, E, K, minerais como ferro, fósforo, selênio e zinco, carotenoides como a luteína e zeaxantina, e também fonte importante de colina, um indispensável componente do cérebro (HENRIQUE, 2002). Comprovando seu incontestável valor nutricional, pois reúne a maioria dos nutrientes necessários à vida, só perde para o leite materno em termos de aminoácidos essenciais.

Todavia, esse alimento tem enfrentado objeções com consequência na comercialização e no consumo. Tem sido muitas vezes considerado perigoso à saúde devido aos níveis de colesterol na gema. Ovos de codornas são alvos de maior crítica quando comparado aos de galinha em função do nível de colesterol. No entanto, segundo Villanua; Villanua (1988), ovos de espécies comerciais como os de galinha, codorna, pata e perua apresentam níveis semelhantes de colesterol.

De forma geral, os ovos têm pouquíssima influência nos altos níveis de colesterol sanguíneo ou nas enfermidades cardiovasculares (Ramalho *et al.*, 2007). Estudo realizado em 22 países industrializados e apresentado em relatórios publicados no *Lipid Research Clinics* mostrou que a incidência de doenças cardiovasculares é mais baixa no Japão, onde o consumo de ovo é maior (Turatti *et al.*, 2002).

A cadeia produtiva de ovos de galinha no Brasil em sua grande maioria se caracteriza pela produção de ovos para consumo *in natura* e industrializados (pasteurizado líquido e em pó), destaca-se nesse cenário, ocupando o sétimo lugar entre os maiores produtores mundiais (SEAB, 2012/2013).

A coturnicultura, termo designado para a criação racional de codornas, vem-se destacando a cada ano como uma atividade bastante produtiva no mercado agropecuário brasileiro. Verifica-se rápida expansão da produção no setor coturnícola a partir da década



de 90. Segundo Silva *et al.* (2011), o Brasil é o segundo maior produtor mundial de ovos de codorna, havendo crescimento nas diversas regiões do país, com criações automatizadas e com novas formas de comercialização do ovo.

Até a década de 90, a produção destinava-se ao mercado atacadista, no qual os ovos eram comercializados *in natura*, passando-se então ao mercado das indústrias beneficiadoras de ovos descascados ou em conserva, agregando valor ao produto, e estendendo o consumo para churrascarias, restaurantes, *self-service*, bares, lanchonetes e festas (ALBINO; BARRETO, 2003).

Contudo, deve-se considerar, segundo Freitas *et al.* (2011), que o aumento do consumo de ovos e a utilização de seus benefícios nutricionais pela população dependem da qualidade do produto oferecido ao consumidor, determinada por um conjunto de características que podem influenciar o seu grau de aceitabilidade no mercado e agregar preço ao produto.

Assim, faz-se necessário pesquisas a fim de conhecer as preferências e necessidades dos consumidores de ovos, além de estudos relacionados a demonstrar a qualidade e os métodos de conservação da qualidade de ovos de galinha e de codorna com vistas ao incentivo do consumo de um alimento tão nobre.

Este capítulo tem por objetivo demonstrar os resultados, a aplicabilidade e as contribuições das pesquisas realizadas no Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais *Campus* Rio Pomba relacionadas ao consumo e à qualidade de ovos de galinha e de codorna.

2. CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO DE OVOS DE GALINHA E DE CODORNA

2.1. Caracterização dos consumidores de ovos de codornas nos municípios de Rio Pomba e Silveirânia

Com o objetivo de se determinar os principais fatores que levam a população dos municípios de Rio Pomba, MG e Silveirânia, MG a consumir ou não o ovo de codorna, foi conduzida uma pesquisa com 200 entrevistas diretas, em cada município, com questões objetivas realizadas pelo entrevistador.

Foram elaborados questionários semiestruturados com intuito inicialmente de identificar e segmentar os consumidores de ovos de codorna nas localidades, descrever as razões de consumo ou não, as ocasiões em que isso ocorre e quais os critérios considerados pelos consumidores na escolha do produto.



Foi realizada a análise descritiva dos dados obtidos no Microsoft Office Excel®. Para apresentação dos resultados, o somatório de cada uma das respostas obtidas foi convertido em porcentagem do total de entrevistados.

Em Rio Pomba, observou-se nível de escolaridade mais elevado com prevalência de entrevistados que estavam cursando o ensino superior. Já em Silveirânia, constatou-se maior número de indivíduos que cursavam o ensino médio. Essa discrepância pode ser explicada pela existência do Instituto Federal apenas em Rio Pomba, que conta com cursos de graduação e pós-graduação além do nível médio integrado ao ensino técnico.

O nível de escolaridade não influenciou o consumo de ovos no município de Rio Pomba, uma vez que foi encontrado um valor expressivo (87%) de entrevistados que afirmaram consumir ovos de codorna. O mesmo foi observado por Sedano *et al.* (2009), os quais demonstraram não haver relação direta entre o nível de escolaridade e o consumo de ovos de galinha. Entretanto, em Silveirânia, onde 45% dos entrevistados estavam cursando o ensino médio, apenas 54% alegou consumir ovos de codorna. O desconhecimento do valor nutricional de ovos de codornas parece contribuir significativamente para o baixo consumo de ovos nesse município.

Mesmo sendo cidades próximas em território, a pesquisa demonstrou resultados distintos para os dois municípios. Dentre os entrevistados em Rio Pomba, constatou-se que 73% têm preferência por ovos de galinha e 25% por ovos de codorna, sendo que 2% não consomem ovos. Em Silveirânia, 67% alegaram ter preferência por ovos de galinha, 20% por ovos de codorna e 14% não consomem ovos. Porém, quando foi perguntado para o entrevistado se ele consome ovos de codorna, a resposta foi sim para 87% das pessoas em Rio Pomba contra apenas 54% em Silveirânia, evidenciando assim um consumo mais discreto do ovo de codorna neste município.

Quanto aos motivos pelos quais os entrevistados consomem ovos de codorna destaca-se primeiramente, em ambos os municípios, o sabor, seguido por outros motivos e por último o valor nutricional e a praticidade (Figura 1 e 2).

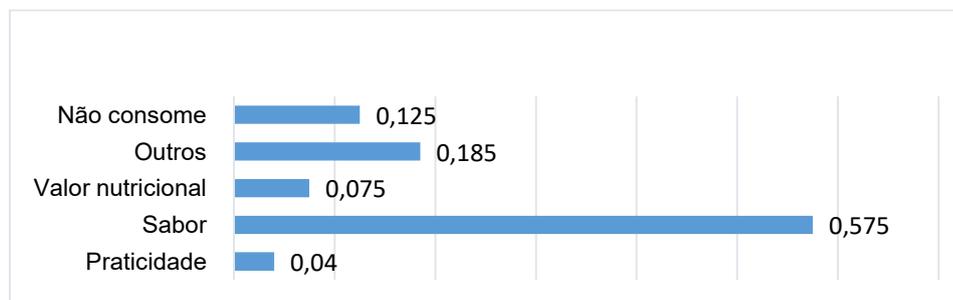


Figura 1. Principais motivos que levam ao consumo de ovos de codorna no município Rio Pomba - MG.

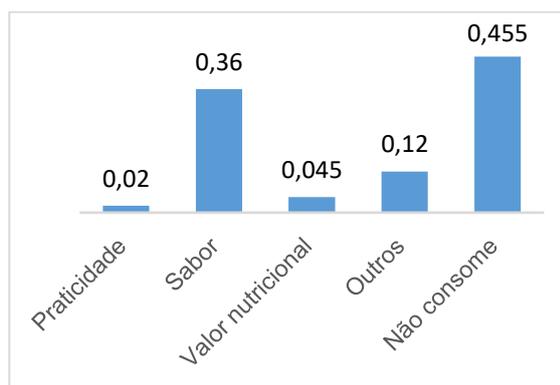


Figura 2. Principais motivos que levam ao consumo de ovos de codorna no município Silveirânia – MG.

O desconhecimento do valor nutricional de ovos de codornas em ambos os municípios, porém mais expressivamente em Silveirânia, onde 86% dos entrevistados relataram não ter conhecimento da qualidade nutricional, parece contribuir significativamente para o baixo consumo de ovos no município.

Lopes *et al.* (2009) constataram que o baixo consumo de ovos de galinhas em Natal - RN está relacionado com a crença de que o colesterol presente no produto é prejudicial à saúde e concluíram que, de uma forma geral, o consumo de ovos de galinha apresentou baixo valor levando-se em consideração o seu elevado valor nutricional e preço relativamente baixo.

Contudo, esse não parece ser o motivo do baixo consumo de ovos nos municípios de Silveirânia e Rio Pomba, já que 76% e 84% dos entrevistados, respectivamente, afirmaram que não deixaram nem deixariam de consumir ovos de codornas em função do teor de colesterol.

O consumo de ovos no Brasil é relativamente baixo comparado a outros países, sendo que o incremento anual é pífio por uma série de razões ligada principalmente aos mitos, que têm sido esclarecidos atualmente à população, no entanto, as respostas no incremento do consumo têm sido pequenas (BERTECHINI, 2013). O aumento no consumo de ovos foi verificado entre 2010 e 2011, de 2,6% para os de galinha e 19,8% para os de codornas. No caso dos ovos de codornas, devido às suas características de mercado, tem a seu favor a possibilidade de chegar ao consumidor de forma pronta, facilitando o trabalho para as donas de casas e dos restaurantes, o que segundo Bertechini (2013), esse seria um diferencial dos ovos de codorna em relação aos ovos de galinha, já que os efeitos dos mitos têm sido reduzidos de maneira geral.

O comércio de ovos de codorna passa por uma rápida transformação nos últimos anos, quando a comercialização de ovos *in natura* cede espaço à comercialização



dos ovos de codorna industrializados. Esta tendência de industrialização não se restringe apenas aos ovos de codorna, esse processo ocorre em vários setores alimentícios, como por exemplo, milho verde, ervilhas, palmito, salsichas, além de outros, que apesar de mais recentes, já não são novidades como ovo líquido, ovo em pó, feijoada (SILVA JÚNIOR, 2012). De acordo com Bertechini (2013), aproximadamente 43% dos ovos de codornas comercializados são em conserva e 57% *in natura*.

Entretanto, constatou-se que apesar das vantagens e da praticidade do consumo de ovos de codornas em conserva, a maior parte dos consumidores entrevistados afirmaram não conhecer esse tipo de produto e alegaram não encontrar ovos de codorna em conserva disponível para compra (Figura 3). O que reforça que o consumo reduzido de ovos de codornas pela população entrevistada deve-se não só pelo desconhecimento do valor nutricional, mas em função de não possuir praticidade, como demonstra a Figura 1 e 2.

Concluiu-se que a população do município de Rio Pomba consome ovos de codorna de forma mais expressiva que a do município de Silveirânia, onde o consumo desse alimento é muito baixo. O sabor é a principal motivação para o consumo de ovos de codorna, em ambas as cidades, entretanto, a falta de conhecimento do valor nutritivo e da praticidade, como também a ausência de oferta de ovos de codorna em conserva, tornam-se um entrave para maximizar o consumo desse nobre alimento nesses municípios, sendo necessária a realização de mais campanhas informativas de divulgação e esclarecimento.

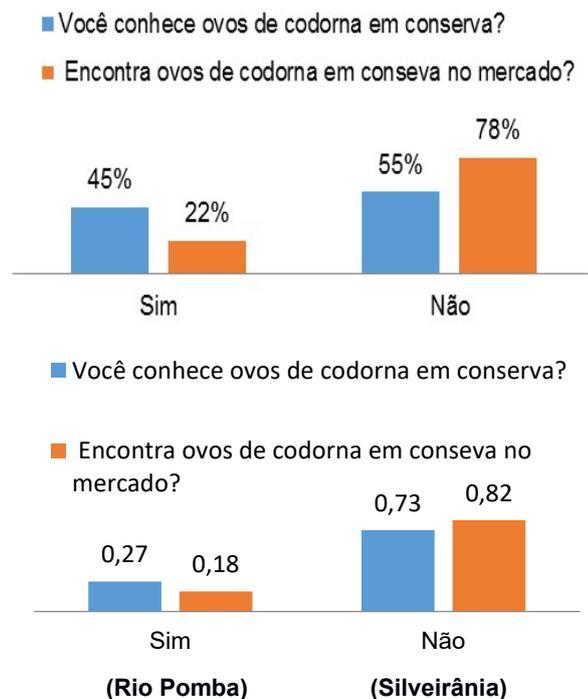


Figura 3. Porcentagem de entrevistados em Rio Pomba e Silveirânia - MG que conhecem e compram ovos de codorna em conserva.



2.2. Diagnóstico da cadeia produtiva de ovos de galinha no município de Rio Pomba

A produção de alimentos com qualidade é um dos pontos mais importantes para a saúde do consumidor, e aquelas empresas que a considera tem seu valor competitivo aumentado.

Após pesquisas sobre os tipos eficientes de processamento, formas de armazenamento e como evitar contaminações em ovos, sabe-se que não basta apenas que as granjas tenham manejo, nutrição e genética adequados, é preciso que o transporte, a comercialização e a manipulação sejam feitas com certos cuidados. Logo, os resultados das pesquisas devem chegar ao comércio e aos consumidores, evitando a deterioração do produto e as possíveis contaminações.

A partir do momento que produtores, comerciantes e consumidores passam a ter o conhecimento de como armazenar corretamente o ovo, as possíveis contaminações são evitadas, a saúde do consumidor é garantida e o desperdício diminui.

Sendo assim, faz-se necessário pesquisas acerca do conhecimento que a população tem sobre ovos de galinha a fim de dissolver paradigmas sobre o valor nutricional dos ovos, incentivar o *marketing* por parte de granjeiros e comerciantes, como também promover o conhecimento de pesquisas sobre ovos por meio de informativos, com enfoque no armazenamento correto e segurança alimentar tanto para varejistas e consumidores quanto para produtores rurais, fato que beneficiará não só a cadeia produtiva, mas sobretudo a qualidade da nutrição da população.

Dessa forma, realizou-se um trabalho com o objetivo diagnosticar a cadeia produtiva de ovos de galinha no município de Rio Pomba, oferecer informações úteis e confiáveis relacionadas à produção, qualidade, armazenamento e processamento de todos os participantes da cadeia produtiva de ovos: produtores rurais, comerciantes e consumidor final e promover a conscientização, a fim de demonstrar os benefícios deste alimento e assim promover o consumo de ovos.

Foram confeccionados questionários semiestruturados para produtores rurais, comerciantes e consumidores com perguntas para caracterizar e diagnosticar toda a cadeia produtiva de ovos de galinha, sobre a qualidade do ovo, os tipos de processamentos, armazenamento e questões nutricionais.

Após a análise dos dados, foram confeccionadas cartilhas informativas para os produtores e para consumidores. Já para os comerciantes foram confeccionados cartazes informativos.

Verificou-se que 60% da produção de ovos de galinha no município de Rio Pomba é destinada à subsistência, sendo comercializado o excedente. Em quase a



totalidade, a produção é de ovos de galinha tipo caipira (94%), 4% de ovo vermelho e 2% de ovo orgânico ou agroecológico.

Quando se entrevistou consumidores de ovos de galinha, 73% afirmaram estarem dispostos a pagar mais caro por um ovo enriquecido nutricionalmente, orgânico ou caipira, mas 74% disseram que desconhecem qualquer marca.

Com esse cenário, mostrou-se aos produtores que ainda é possível ampliar a produção e aumentar a renda familiar. Porém, para abrir novas oportunidades é preciso melhorar o controle da qualidade e garantir aos consumidores um alimento seguro. No entanto, ao questionar aos produtores se os ovos comercializados por eles apresentam rótulos com data de postura e validade, 100% responderam que não.

A maior parte dos comerciantes (82%) armazenam os ovos de galinha em temperatura ambiente, porém o ideal que fosse armazenado sob refrigeração para manter a qualidade e evitar possíveis contaminações. Contudo, 88% dos comerciantes entrevistados alegaram nunca ter participado de campanhas que esclareçam dúvidas a respeito dos ovos.

Dos consumidores entrevistados, 88% consomem ovos em casa sendo que 43% consomem de 1 a 2 unidades e 17% de 5 a 6 unidades semanalmente, desta forma, é importante que consumidores tenham conhecimentos para manipular o alimento, a fim de evitar inconvenientes, como por exemplo, a contaminação pela bactéria *Salmonella*.

A maior parte dos consumidores (61%) compra ovos em supermercados, o que mostra a importância do conhecimento chegar aos comerciantes, para que ao adquirir os ovos eles estejam em boa qualidade.

A extensão deve levar o conhecimento desenvolvido dentro das instituições de ensino para a sociedade. Sabe-se que o ovo é reconhecidamente um importante contribuinte para uma nutrição humana de qualidade, porém a maior parte dos entrevistados acredita que o ovo faz mal à saúde quando consumido diariamente, o que mostra a falta de informação, e que não está ocorrendo o retorno à sociedade do conhecimento gerado nas pesquisas universitárias.

Portanto, a extensão precisa chegar à comunidade, há necessidade de *marketing* na área de produção, comercialização e manipulação de ovos por parte das empresas produtoras. Houve interesse da população em participar da pesquisa, principalmente dos produtores rurais que demonstraram satisfação em receber informações úteis e confiáveis.

Concluiu-se que a produção de ovos de galinha no município de Rio Pomba pode ser ampliada, particularmente a de ovos especiais (enriquecidos, orgânicos e agroecológicos), fazendo com que aumente a renda dos produtores e os produtos tenham melhor qualidade a partir do momento que os conhecimentos cheguem às propriedades rurais e aos comerciantes.



3. INDICADORES DE QUALIDADE DE OVOS *in natura*

3.1. Qualidade nutricional de ovos

O ovo comercial é o produto de uma eficiente transformação biológica feita pela poedeira. Essa ave transforma recursos alimentares de menor valor biológico em produto de alto valor nutricional para consumo humano (PASCOAL *et al.*, 2008).

De acordo com Donato *et al.* (2009), o ovo é considerado um alimento natural, de baixo custo e alto valor nutritivo, além de conter substâncias promotoras de saúde e preventivas de doenças.

O ovo é uma estrutura complexa que possui três partes principais: a gema, o albúmen e a casca (OLIVEIRA, 2006). Além disso, possui outras partes em menor proporção; o disco germinativo, chalaza, a câmara de ar, a cutícula e as membranas da casca (ALCÂNTARA, 2012).

Seus principais componentes são: água (75%), proteínas (12%), lipídeos (12%), além dos carboidratos, minerais e vitaminas (MAZZUCO, 2008).

Segundo Oliveira (2012), ovo é um dos alimentos mais nutritivos da natureza e uma excelente fonte de proteína de alta qualidade, quase todos os nutrientes de que o corpo necessita podem ser encontrados no ovo. Rico em proteínas de alto valor biológico, vitaminas do complexo B, A, E, K, minerais como ferro, fósforo, selênio e zinco, carotenoides como a luteína e zeaxantina, e também fonte importante de colina, um importante componente do cérebro (NOVELLO *et al.*, 2006).

As características estruturais e biofísicas diferentes em muitos aspectos entre ovos de codorna e ovos de galinha, como a gema do ovo de codorna apresentar maior proporção em relação ao ovo de galinha, pode ser a razão principal, segundo Albino; Barreto (2003), para explicar o curto período de incubação dos ovos de codorna (16 dias) assim como o alto valor nutritivo. De acordo com os autores, a gema de ovos de codorna contém quase a metade da proteína do ovo, a maior parte das vitaminas e dos minerais e a totalidade das gorduras e do colesterol.

A gema do ovo cozida apresenta, em média, 36,4% de gordura saturada, 47,8% de gordura monoinsaturada e 15,8% de gordura poli-insaturada, e apesar de quase 50% do total das gorduras encontradas na gema serem de lipídeos monoinsaturados, 93,4% destes são de ácido oleico (o mesmo encontrado no abacate e no azeite). Este ácido graxo eleva os níveis do “colesterol bom” (HDL) e reduzem os níveis de “colesterol ruim” (LDL) (PIZZOLANTE, 2012).



Assim, o consumo de ovos se mostra de extrema importância à saúde, seus benefícios são enormes, e os ovos de codorna, assim como os ovos de galinha, também desempenham um papel de destaque na nutrição.

Em relação aos componentes químicos, pode-se afirmar que os ovos de codorna são ricos em proteínas, gorduras e minerais, tais como nitrogênio, carbono, cálcio, fósforo, potássio, sódio, ferro, manganês e enxofre, além de também serem bons provedores de açúcares e vitaminas. As vitaminas presentes no ovo de codorna são: A, D, E, C, K e vitaminas do complexo B. As proteínas dos ovos de codorna, como nos ovos de galinha, também são consideradas de alta qualidade já que são ricas em aminoácidos essenciais (VIEIRA, 1988). Ovos de codornas, segundo Santos (2008), são ricos em ácido ascórbico (vitamina C), presente no ovo fresco e inexistente no ovo de galinha.

De modo geral, o ovo da codorna representa 6% do peso corporal, enquanto o da galinha apenas 3%, o que demonstra a eficiência da codorna em termos de produção de ovos (ALBINO; BARRETO, 2003).

O consumo de seis ovos de codorna (10 g/ovo) por dia, que equivalem a um ovo de galinha (60 g), é suficiente para atender 4,4, 16,5 e 22,8% dos requerimentos nutricionais diários de cálcio, fósforo e ferro, respectivamente, de crianças na faixa etária de um a seis anos, baseado no consumo diário médio de cálcio e fósforo (800 mg) e de ferro (10 mg) do NRC (1989).

Conforme a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – UNICAMP (2011) demonstra, o ovo de galinha possui menor valor calórico e menos colesterol do que o ovo de codorna, porém o ovo de codorna é superior em proteínas, ferro, cálcio, vitamina A e fósforo.

3.2. Parâmetros de qualidade de ovos

A qualidade do ovo pode ser mensurada por intermédio de algumas práticas para que sejam descritas possíveis diferenças na sua produção, visto que fatores genéticos, nutricionais e ambientais acarretam alterações em sua composição. Além disso, estas práticas podem ser utilizadas para descrever a deterioração da qualidade do ovo e condições de armazenamento.

Como todos os produtos naturais de origem animal, o ovo também é perecível, e começa a perder sua qualidade interna momento após a postura, caso não sejam tomadas medidas adequadas para sua conservação, sendo assim a perda de qualidade é um fenômeno inevitável que acontece de forma contínua ao longo do tempo e pode ser agravado por diversos fatores (BARBOSA *et al.*, 2008). Temperatura de refrigeração adequada, umidade e local de armazenamento são fatores indispensáveis para manutenção da qualidade física e nutricional de ovos.



Os aspectos externos referentes à qualidade do ovo estão relacionados à casca, ao considerar sua estrutura e higiene, a aos aspectos internos relacionados ao albúmen, a gema, a câmara de ar, a cor, ao odor, o sabor e as manchas de sangue (MENDES, 2014).

Até recentemente, haviam poucas informações relacionadas à percepção da qualidade do ovo pelo consumidor. Em 2001, foi realizado na Espanha um estudo envolvendo 3.085 pessoas com o objetivo específico de validar e classificar atributos de qualidade propostos pela Associação Europeia do Consumidor (BEUC). Concluiu-se no estudo que para os consumidores, os fatores de qualidade mais importantes foram segurança e frescor, seguido pelo valor nutricional e pelas características sensoriais (COUTTS *et al.*, 2007).

No Brasil, ainda não foi desenvolvido um padrão de qualidade de ovos para consumo, sendo que somente o peso e características da casca têm sido considerados (SOUZA *et al.*, 2012).

Selecionar critérios para analisar as mudanças na qualidade do ovo, conforme indicado Alleoni; Antunes (2001), implica em considerar a necessidade de qualidade para atender produtores, consumidores e processadores, o que requer diferentes considerações. Para os produtores, a qualidade do ovo está relacionada com o peso e a aparência da casca, tais como sujeira, defeito, trincas e manchas de sangue. Para os consumidores, prazo de validade e características sensoriais, como a cor da gema e a cor da casca. Já para os processadores, qualidade significa a facilidade de remoção da casca, cor da gema e propriedades funcionais como emulsificação e aglutinação no preparo de produtos à base de ovos.

De uma forma geral, existe uma correlação com os principais parâmetros de qualidade de ovos de galinha avaliados em pesquisas científicas com as características de qualidade analisadas pelos consumidores (Tabela 1).

Para ovos de codorna, os parâmetros de qualidade analisados são semelhantes àqueles utilizados para ovos de galinha, com exceção das Unidades Haugh, medida da altura do albúmen diretamente relacionada e corrigida com o peso do ovo, é mais empregada para mensurar a qualidade do albúmen de ovos de galinha. Isso se deve ao fato, segundo Oliveira; Oliveira (2013), a contestação, por parte de alguns autores, que acreditam que a correção do peso do ovo superestima a altura do albúmen em ovos pequenos e subestima em ovos maiores.



Tabela 1. Métodos utilizados em pesquisas e pelos consumidores para os principais indicadores de qualidade de ovos de galinhas

Parâmetros	Métodos para avaliar indicadores de qualidade de ovos de galinha	
	Pesquisa	Consumidores
Qualidade da casca	Peso específico	Integridade visual
	Espessura	Imersão dos ovos em água
	Porcentagem da casca	
Qualidade do albúmen	Unidade Haugh	Quebra do ovo sob superfície plana
Qualidade da gema	Índice de gema	Quebra do ovo sob superfície plana – posição da gema
Cor da gema	Colorímetro digital Leque colorimétrico	Avaliação visual
Qualidade geral (casca, gema e albúmen)	Ovoscoopia	Ovoscoopia
	Quebra do ovo sob superfície plana – posição da gema e do albúmen	Quebra do ovo sob superfície plana – posição da gema e do albúmen

Fonte: Oliveira (2015).

Outra prática menos comum de se utilizar com ovos de codorna é a ovoscoopia, processo realizado para se detectar defeitos na casca e no interior dos ovos, por meio de uma luz forte que atravessa o ovo. Avalia de forma relativamente rápida a condição em que se encontra o interior do ovo sem a necessidade de quebrá-lo, no entanto, a pigmentação escura de ovos de codornas dificulta a utilização dessa técnica para avaliar a qualidade geral do ovo *in natura*.

O ovo é um alimento de baixo custo e elevado teor nutritivo, sua produção e consumo estão em expansão. Devido a esse crescimento, é de extrema importância a abordagem de indicadores de qualidade que expressem características desejáveis por parte de produtores e consumidores, garantindo a longevidade da atividade e segurança alimentar desse produto.

A qualidade do ovo é determinada por um conjunto de características de seus componentes externos e internos. A resistência da casca pode ser mensurada cientificamente por meio dos parâmetros como peso específico do ovo, espessura e porcentagem de casca, e pelo consumidor, através da aparência no momento da compra e da imersão dos ovos em recipientes com água. Quanto aos componentes internos, a avaliação de altura de albúmen e o diâmetro da gema podem ser visualmente avaliados pelo consumidor por intermédio da quebra em superfície plana. Em pesquisas, utiliza-se o paquímetro pela maior precisão dos resultados.

Contudo, Oliveira (2015) concluiu que a qualidade da casca é o principal indicador de qualidade dos ovos, uma vez que está associada aos prejuízos econômicos



tanto para a indústria avícola quanto para os consumidores. A casca do ovo deve ser forte o suficiente para maximizar o número de ovos íntegros que chegam ao consumidor final. Além disso, cascas mais resistentes promovem proteção ao conteúdo interno conferindo redução na velocidade da perda de qualidade.

4. INCENTIVO AO CONSUMO DE OVOS

4.1. Campanhas informativas e de divulgação sobre a qualidade de ovos de galinha e de codorna

Segundo Monteiro; Sacramento (2011), a produção de conhecimento das atividades de pesquisa está diretamente vinculada ao ensino, como forma de socialização de parte do conhecimento produzido. A extensão seria uma espécie de retorno à sociedade “na prática”, da parcela do conhecimento produzido por meio da atuação direta de professores, técnicos e estudantes junto às comunidades, grupos, instituições, etc.

Para Santos *et al.* (2009), em pesquisa realizada com profissionais da saúde humana das Regiões do Vale do Paraíba, Grande São Paulo, Interior de São Paulo e Oeste Paulista, o consumo de ovos de galinha pode ser melhorado com a difusão dos benefícios oferecidos pelo alimento por intermédio dos profissionais ligados à saúde humana. Entretanto, muitos profissionais ainda não têm informações esclarecidas sobre o assunto, e, por isso, os estudos realizados devem ter maior divulgação não só no meio científico, mas também nos locais de comercialização e na mídia, a principal fonte de informação do consumidor.

Sobral *et al.* (2009) realizaram pesquisa no município de Patos e Paraíba, e relataram que o reduzido consumo de ovos de codorna está diretamente relacionado à falta de divulgação e esclarecimento dos consumidores sobre questões simples, como o colesterol. Dessa forma, os autores mencionaram a importância da realização de campanhas de divulgação, de oficinas, e realizações de minicursos e palestras, a fim de elucidar essas questões e assim incentivar o consumo de ovos de codornas.

Diante do exposto, nos projetos conduzidos no Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais *Campus* Rio Pomba, após o diagnóstico do consumo de ovos (Teixeira *et al.*, 2015 e Dias *et al.*, 2015), foram realizadas campanhas de divulgação e esclarecimento da população quanto aos benefícios do consumo de ovos de codorna e de galinha, mitos sobre sua composição por meio de “dias de campo” com abordagem individual, esclarecimento do efeito do período e condição de estocagem sobre a qualidade dos ovos, demonstração dos tipos de ovos de codorna encontrados no mercado e distribuição de material informativo (Figura 4, 5 e 6).



Levando-se em consideração o baixo número de habitantes no município de Silveirânia e o alto índice de reprovação do produto (46%), Dias *et al.* (2015) realizaram campanhas nas escolas, onde foram demonstrados conhecimentos gerais sobre os ovos, seus benefícios, quantidade indicada de consumo, frequência, armazenamento, modo de preparo, onde encontrar, entre outras dúvidas.

Uma vez que foi constatado nas pesquisas de Teixeira *et al.* (2015) e Dias *et al.* (2015) que a maior parte dos entrevistados (54% em Rio Pomba e 79% em Silveirânia) declarou renda de até 1,5 salários mínimo, foi destacado nas campanhas, que por se tratar de um alimento de alta qualidade e preço acessível, o ovo deve ser amplamente consumido.



Figura 4. Campanha de informação e conscientização sobre o consumo de ovos de galinha e de codorna no município de Rio Pomba - MG.



Figura 5. Distribuição de material informativo e campanha de informação e conscientização sobre o consumo de ovos de galinha e de codorna no refeitório do *Campus Rio Pomba*.



Figura 6. Campanha de informação e conscientização sobre o consumo de ovos de galinha e de codorna no município de Silveirânia - MG.

4.2. Processamento de ovos de codorna

Praticamente em todas as culturas, os ovos têm sido apreciados tanto por suas propriedades nutritivas quanto funcionais. Nas sociedades ocidentais, o maior consumo se dá para ovos de galinha, porém isso já está se modificando e os ovos de codorna estão ganhando mercado, principalmente em restaurantes, como acompanhamento de diferentes pratos (SEIBEL *et al.*, 2005).

De acordo com Bertechini (2010), o consumo per capita de ovos de codorna na década de 90 era da ordem de cinco unidades. Em 2010, a estimativa foi de 14 ovos de codorna por pessoa por ano, tendo perspectiva de que em 2020 o consumo per capita anual seria aproximadamente de 30 unidades. Entretanto, em 2013, esse consumo atingiu 27 ovos per capita anual, consumo de 4,5 vezes maior quando comparado a 2002 (BERTECHINI, 2013), o que demonstra, que facilmente a perspectiva de consumo de 30 unidades em 2020 será rapidamente alcançada.



Os ovos de codorna em conserva podem ser citados como o principal incrementador do consumo, onde, a distribuição em toda a cadeia alimentar fica mais fácil, bem como, democratiza e facilita o acesso ao produto processado em todos os segmentos do setor alimentício do país (BERTECHINI, 2010).

É notório o aumento na demanda por produtos prontos e para consumo direto, o que de forma geral atinge todos os segmentos da indústria de alimentos. Esta preferência é notada principalmente nos ovos de codorna. Uma das maneiras de aumentar a vida de prateleira ou *shelf life* é o uso de tecnologias de conservação ou industrialização, reduzindo-se as perdas nos ovos *in natura* (FARIA *et al.*, 2010).

Contudo, pesquisas (Teixeira *et al.*, 2015; Dias *et al.*, 2015) demonstraram que apesar das vantagens e da praticidade do consumo de ovos de codornas em conserva, a maior parte dos consumidores entrevistados nos municípios de Rio Pomba e Silveirânia afirmaram não conhecer esse tipo de produto e alegaram não encontrar ovos de codorna em conserva disponível para compra. O que reforça que o consumo reduzido de ovos de codornas pela população entrevistada deve-se não só pelo desconhecimento do valor nutricional, mas em função dos consumidores não verificarem a praticidade no consumo desse alimento.

Assim, com o objetivo de incrementar o consumo de ovos na região do IF Sudeste MG, *Campus* Rio Pomba, pesquisas sobre a aceitação sensorial de diferentes tipos de ovos de codorna em conserva vêm sendo realizadas.

Segundo Chitarra (1998), fatores como aparência, cor, frescor, higiene, tonalidade e ausência de defeitos são de extrema relevância para a comercialização de um produto.

A aprovação do sabor e da textura são condições que determinam a inclusão de um alimento no mercado e fatores como apresentação do produto, sabor, suculência, aroma e percepção do valor nutritivo governam as reações de um indivíduo (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Uma alternativa bastante explorada atualmente é a conserva de ovos de codorna em forma de pickles, que visa aumentar o tempo de prateleira do produto e garante sabor diferenciado ao consumidor (FARIA *et al.*, 2010). O aumento no tempo de prateleira, ocorre por meio da capacidade de dissociação (pKa) dos ácidos orgânicos que tem como resultado a redução no pH, esse fator que decorre dos ácidos orgânicos presentes e inibem o crescimento microbiano (GAUTHIER, 2002).

Outro processo pouco comum, mas que pode ser utilizado para conservar ovos de codorna é a defumação, que consiste em expor o alimento à fumaça resultante da queima incompleta de madeira, serragem ou carvão. Essa exposição, segundo Evangelista (2000), possui papel secundário, visto que a alta temperatura age na preservação do



alimento e redução na atividade de água. Ocorre também a formação de um revestimento interno que atua na proteção, dificultando a penetração de contaminantes.

Apesar da defumação de ovos não ser uma prática comum, quando bem aplicada, pode proporcionar mudanças consideráveis nas características sensoriais, principalmente cor e sabor, que se tornam acentuadas de acordo com o processo empregado (AZEREDO, 2004).

Com a finalidade de avaliar a aceitação sensorial e a intenção de compra de conservas de ovos de codorna, Santana (2016) ofereceu a cinquenta julgadores não treinados, pertencentes à comunidade acadêmica do IF Sudeste MG *Campus* Rio Pomba, amostras de ovos de codorna submetidos a diferentes processos de conservação (conserva 1: vinagre e NaCl; conserva 2: vinagre, azeite e NaCl e conserva 3: defumação (realizado durante uma hora, com temperatura de defumação entre 60° a 80°C e chaminé aberta) e conserva (água, vinagre e NaCl)) armazenados por dois períodos diferentes (sete e 28 dias).

Em cada período, pelo teste de aceitabilidade e de intenção de compra utilizando-se escala hedônica estruturada mista de nove pontos (9-gostei extremamente; 1- desgostei extremamente) e escala de intenção de compra variando de 1- decididamente não compraria a 5 – decididamente compraria, respectivamente, os provadores julgaram as amostras.

Foram observadas diferenças significativas em ambos os períodos (sete e 28 dias de estocagem) para todos os atributos avaliados (cor, sabor, aroma e impressão global) e intenção de compra, com exceção do primeiro período (sete dias) em que não houve diferença para o atributo cor. Para as conservas tradicional (vinagre + NaCl) e com azeite (vinagre + NaCl + azeite) foram atribuídos valores menores para todas as características nos dois períodos (Tabela 2 e 3).

Tabela 2. Valores médios para os atributos: cor, aroma, sabor e impressão global de ovos de codorna submetidos a diferentes processos de conservação estocados por sete dias

Atributos	Conserva (vinagre + NaCl)	Conserva (vinagre + NaCl + azeite)	Defumação + Conserva (água + vinagre + NaCl)	Valor p	CV (%)	DMS
Cor	6,6 a	6,4 a	6,0 a	0,1978	27,03	0,8166
Sabor	4,7 b	4,9 b	6,9 a	0,0000	29,60	0,7770
Aroma	5,2 b	5,2 b	6,8 a	0,0000	29,53	0,80890
Impressão Global	5,3 b	5,4 b	6,6 a	0,0022	30,49	0,8323

Médias seguidas de letras diferentes, na linha, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de *Tukey*.

CV = Coeficiente de variação. DMS = Diferença mínima significativa.

Fonte: Santana (2016).



Tabela 3. Valores médios para os atributos de cor, aroma, sabor e impressão global de ovos de codorna submetidos a diferentes processos de conservação, estocados por 28 dias

Atributos	Conserva (vinagre + NaCl)	Conserva (vinagre + NaCl + azeite)	Defumação + Conserva (água + vinagre + NaCl)	Valor p	CV (%)	DMS
Cor	7,5 a	6,9 ab	6,7 b	0,0191	22,36	0,7495
Sabor	5,8 b	5,9 b	7,6 a	0,0000	23,66	0,7277
Aroma	6,2 b	5,9 b	7,4 a	0,0000	19,97	0,6174
Impressão Global	6,1 b	6,0 b	7,4 a	0,0000	22,18	0,6849

Médias seguidas de letras diferentes, na linha, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de *Tukey*.

CV = Coeficiente de variação. DMS = Diferença mínima significativa.

Fonte: Santana (2016).

No que se refere à variável intenção de compra, o autor verificou diferença significativa para as conservas de ovos submetidos ao processo de defumação nos dois períodos de avaliação, em que 60% e 70% dos provadores possivelmente comparariam (notas 4 e 5) ovos de codornas em conserva submetidos a defumação estocadas por sete dias e 28 dias, respectivamente, demonstrando que a produção de conserva de ovos de codorna expostas à defumação possui viabilidade de produção e espaço no mercado.

Um fator de suma importância é o repouso da conserva, esse período visa conferir sabor agradável, desejável e específico do produto conservado. Nesse sentido, Santana (2016), constatou que no período de estocagem de sete dias o atributo impressão global obteve notas inferiores ao período de 28 dias. Em ambos os períodos, a conserva de ovos defumados obteve notas superiores às demais conservas.

Aos sete dias, observou-se grande aceitação (notas de 6 a 9) do produto constatando que 73% dos provadores preferem o produto defumado em relação a 56 e 52% de preferência para a conserva de vinagre e NaCl e conserva vinagre, NaCl e azeite (Figura 7).

Com 28 dias de estocagem, os ovos de codorna submetidos ao processo de defumação obtiveram 92% das notas na zona de aceitação (notas de 6 a 9). Quanto aos demais processos de conservação, a conserva vinagre e NaCl obteve 82% e conserva vinagre, NaCl e azeite com 80% das notas na zona de aceitação (Figura 8). Esses dados demonstram que o maior período de estocagem conferiu as conservas características sensoriais e organolépticas desejáveis.

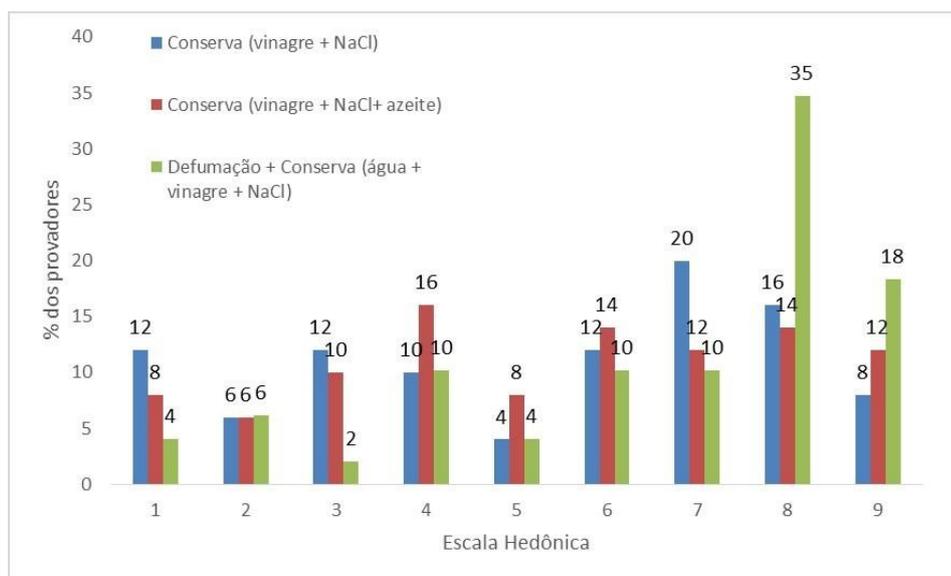


Figura 7. Histograma dos valores hedônicos do teste de impressão global de ovos de codorna submetidos a diferentes processos de conservação estocados por sete dias. Escala hedônica estruturada de nove pontos (9- gostei extremamente; 8- gostei muito; 7- gostei moderadamente; 6- gostei ligeiramente; 5- nem gostei/nem desgostei; 4- desgostei ligeiramente; 3- desgostei moderadamente; 2- desgostei muito; 1- desgostei extremamente).
Fonte: Santana (2016).

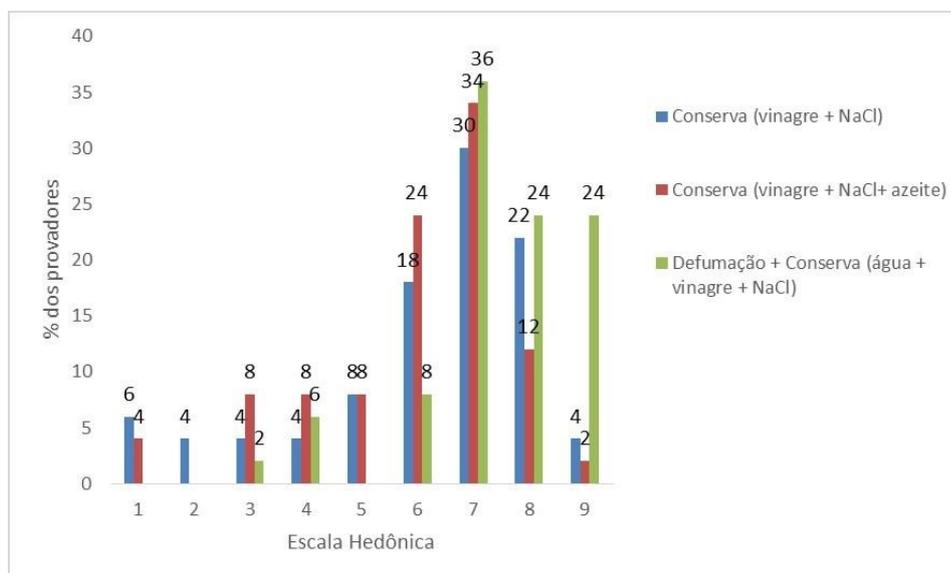


Figura 8. Histograma dos valores hedônicos do teste de impressão global de ovos de codorna submetidos a diferentes processos de conservação estocados por 28 dias. Escala hedônica estruturada de nove pontos (9- gostei extremamente; 8- gostei muito; 7- gostei moderadamente; 6- gostei ligeiramente; 5- nem gostei/nem desgostei; 4- desgostei ligeiramente; 3- desgostei moderadamente; 2- desgostei muito; 1- desgostei extremamente).
Fonte: Santana (2016).



O autor concluiu que o processo de defumação confere aos ovos de codorna alta aceitação sensorial, com excelentes índices de aprovação nos atributos avaliados, especialmente quando estocados por 28 dias, o que comprova a viabilidade de se produzir ovos de codorna defumados em conserva como fonte alternativa de agregar valor e consumo.

5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Em atendimento a um dos objetivos da formação de Zootecnistas, em que o profissional deve ser habilitado para atender as demandas da sociedade quanto a excelência na qualidade e segurança dos produtos de origem animal, promovendo o bem-estar, a qualidade de vida e a saúde, as pesquisas relacionadas à qualidade e ao consumo de ovos de codorna e de galinhas que vêm sendo desenvolvidas no âmbito do IF Sudeste MG *Campus* Rio Pomba têm atingido esse objetivo.

Porém, os resultados dessas pesquisas demonstram a maior necessidade da socialização do conhecimento produzido nas instituições de ensino com a população, que se mostra bastante receptiva, especialmente acerca das informações sobre a qualidade nutricional tanto de ovos de galinha quanto de ovos de codorna, com o intuito de dissolver os paradigmas existentes em relação a esses nobres alimentos.

Dessa forma, faz-se necessário dar continuidade aos estudos, a partir da determinação das ações relacionadas a produção, qualidade, armazenamento e processamento de ovos de codorna e de galinha, da promoção de testes sensoriais e campanhas de conscientização com demonstração dos resultados das pesquisas, a fim de comprovar os benefícios a saúde com a inclusão desses alimentos na dieta diária e assim insistir na ascensão do consumo de ovos na região.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, L.F.T.; BARRETO, S.L.T. **Criação de codornas para produção de ovos e carne.** Viçosa: Aprenda Fácil; 2003. 268 p.

ALCÂNTARA, J. B.; **Qualidade físico-química de ovos comerciais: Avaliação e manutenção da qualidade.** Seminário apresentado ao Curso de Doutorado em Ciência Animal, Higiene e Tecnologia de Alimentos da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agricola**, v.58, p.681-685. 2001.



AZEREDO, H.M.C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 195p.

BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; MENDONÇA, M.O.; FREITAS, E.R. FERNANDES, J.B.K. Qualidade de ovos comerciais provenientes de poedeiras comerciais armazenados sob diferentes tempos e condições de ambientes. **ARS Veterinária**, v. 24, 127-133, 2008.

BERTECHINI, A.G. Situação atual e perspectivas da coturnicultura industrial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL E IV CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 5., 2013, Lavras. **Anais do V Simposio Internacional e IV Congresso Brasileiro de Coturnicultura**. Lavras, 2013.

BERTECHINI, A.G. Situação atual e perspectivas para a coturnicultura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL E III CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 4., 2010, Lavras. **Anais do IV Simposio Internacional e III Congresso Brasileiro de Coturnicultura**. Lavras, 2010.

CHITARRA, M.I.F. Colheita e qualidade de produtos vegetais. In: BOREM, F.M.; CHITARRA, A.B. **Armazenamento e processamento de produtos agrícolas**. Poços de Calda: UFLA/SBEA, 1998., p.1-58.

COUTTS, J. A.; WILSON, C.G.; FERNÁNDEZ, S.; ROSALES, E.; WEBER, G.; HERNÁNDEZ, J.M. **Ovos de ótima qualidade**: uma abordagem prática. Sheffield, 5M Publishing, 2007, 65 p.

DIAS, R.C.; TEIXEIRA, A.J.; OLIVEIRA, A.C.G.; SANTANA, L.C.; BITTENCOURT, T.M.; MENDONÇA, M. O. Caracterização do consumo de ovos de codorna no município de Silveirânia, Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIA, INOVAÇÃO & TECNOLOGIA, 8., 2015, Rio Pomba. **Anais do VIII Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia**. Rio Pomba: Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, 2015.

DONATO, D. C. Z.; GANDRA, E. R. S.; GARCIA, P. D. S. R.; REIS, C. B. M. R.; GAMEIRO, A. H. **A questão da qualidade no sistema agroindustrial do ovo**. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Porto Alegre, 26 a 30 de julho de 2009.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo. Editora Atheneu, 2000. 652p.

FARIA, P.B.; BRESSAN, M.C.; VIEIRA, J.O.; PEREIRA, A. A. Características físico-químicas e microbiológicas de ovos de codorna conservados na forma de pickles. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara, v.21, p.415-420, 2010.

FREITAS, Leonardo Willian de *et al.* Aspectos qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Revista Agrarian**, v.4, p.66-72, 2011.



GAUTHIER, R. The mode of action of acidifiers and the interest they generate in the growing-finishing phase. In: CURRENT DEVELOPMENTS IN PIG PRODUCTION, 2002, Maison-Alfort. **Anais Current Developments in Pig Production**. Maisons-Alfort., 2002.

HENRIQUE, A. Alimentos Funcionais - Parte 2. **Revista Oxidologia**, v. 2, p. 8-13, 2002.

LOPES, L.C.; OLIVEIRA, C.R.C.; CHUNG, S.; LUZ, W.A.S.; ARAÚJO, I.I.M.; SOUZA, J.G. Perfil do consumidor de ovos de galinha na cidade de Natal-RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 19., 2009, Águas de Lindóia. **Anais do Zootec**. Águas de Lindóia: ZOOTEC, 2009.

MAZZUCO H. Ações sustentáveis na produção de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.37, p.230-238, 2008.

MENDES, F. R.; LEANDRO, N. S. M.; ANDRADE, M. A.; CAFÉ, M. B.; SANTANA, E. S.; STRINGHINI, H. Qualidade bacteriológica de ovos contaminados com *Pseudomonas aeruginosa* e armazenados em temperatura ambiente ou refrigerados. **Revista de Ciência Animal Brasileira**, v.15, p. 444-450, 2014.

MONTEIRO, E.; SACRAMENTO, M. **Para repensar a extensão universitária: contribuição do diálogo entre Paulo Freire e Boaventura de Souza Santos**. 2011. Disponível em <<http://www.unl.edu.ar/iberoextension/dvd/archivos/ponencias/mesa2/para-repensar-a-extensao-uni.pdf>> Acesso em: 22 de out. 2014.

MOURA, G.R.S.; SOARES, G.C.; SALGADO, H.R.; MENDONÇA, M.O. Caracterização da comercialização de ovos de galinha no município de Rio Pomba. In: SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DO IF SUDESTE MG- SIMEPE, 2., 2015, Barbacena. **Anais do II Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão do IF Sudeste MG**. Barbacena: Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, 2015.

MOURA, G.R.S.; SOARES, G.C.; SALGADO, H.R.; MENDONÇA, M.O. Diagnóstico dos sistemas produtivos de ovos de galinha no município de Rio Pomba. In: SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DO IF SUDESTE MG - SIMEPE, 2., 2015, Barbacena. **Anais do II Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão do IF Sudeste MG**. Barbacena: Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Recommended dietary allowances**. 10. ed. Washington, DC: National Academy, 1989. 283 p.

NOVELLO, D., FRANCESCHINI, P., QUINTILIANO, D. A., OST, P. R. Ovo: Conceitos, análises e controvérsias na saúde humana. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 56, p. 315-320, 2006.



OLIVEIRA, A.C.G. **Indicadores de qualidade de ovos de galinha *in natura***. 2015. 41 f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2015.

OLIVEIRA, B.L.; OLIVEIRA, D.D. **Qualidade e tecnologia de ovos**. Lavras: UFLA, 2013. 223 p.

OLIVEIRA, C. **Ovo: consumo com segurança**. A Lavoura N° 691/2012.

OLIVEIRA, G.E. **Influência da temperatura de armazenamento nas características físico-químicas e nos teores de aminos bioativas em ovos**. 2006. 78f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MBSA-6W7MMA/giuliana.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 13 abr. 2016.

PASCOAL, L. A. F.; BENTO JUNIOR, F. A.; SANTOS, W. S.; SILVA, R. S.; DOURADO, L. R. B.; BEZERRA, A. P. A. Qualidade de ovos comercializados em diferentes estabelecimentos na cidade de Imperatriz, MA. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.9, p. 150-157, 2008.

PIZZOLANTE, C.C. O ovo e o mito do colesterol. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 1, 2012. Disponível em: <<http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2012/janeiro-junho-2/1162-o-ovo-e-o-mito-do-colesterol/file.html>>. Acesso em 11 abr. 2016.

RAMALHO, H.M.M.; COSTA, A.P.M.; SOARES, N.K.M.; SILVA, K.H.D, SANTOS, V.V.A., DIMENSTEIN, R. Níveis de colesterol em ovos de galinha caipira, de granja e de codorna submetidos a diferentes condições de estocagem. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, p. 256-260, 2007.

RAMOS, E.M., GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da Qualidade de Carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: Editora UFV, 2007.

SANTANA, L.C. **Caracterização sensorial de ovos de codorna submetidos a diferentes processos de conservação**. 2016. 64f. Monografia (Graduação em Zootecnia) – Instituto Federal de Educação do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2016.

SANTOS, D. O.; **Propriedades funcionais de proteínas da clara do ovo de codornas**. 2008. 93f. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Viçosa; Universidade Federal de Viçosa, 2008.

SANTOS, P.R.S.; CALVO, L.A.; PEREIRA, C.C.B.; CRUZ, V.C. Conceitos do ovo na saúde humana. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNISTAS. 19., 2009, Águas de Lindóia. **Anais da XIX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnistas**. Águas de Lindóia: ZOOTECH, 2009.



PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Departamento de Economia Rural. **Análise de conjuntura agropecuária: avicultura de postura.** 2012/2013. Disponível em:
<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/avicultura_postura_2012_13.pdf>. Acesso em 11 nov.2015.

SEDANO, A. A. *et al.* Caracterização do perfil dos consumidores de ovos na cidade de Dracena. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS DA UNESP, 5., 2009, Dracena, SP, Brasil. **Anais do Simpósio de Ciências da UNESP.** Dracena UNESP, 2009. Disponível em:
<http://www2.dracena.unesp.br/eventos/sicud_2009/anais/prod_animal/073_2009.pdf>. Acesso em 15 fev. 2014.

SEIBEL, N.F.; BARBOSA, L.N.; GONÇALVES, P.M.; SOUZA-SOARES, L.A. Qualidade física e química de ovos de codornas alimentadas com dietas modificadas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 64, n.1, p. 58-64, 2005.

SILVA JÚNIOR, P.R. Industrialização e comercialização de ovos de codorna. In: CONGRESSO APA – PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE OVOS, 10., 2012. Ribeirão Preto. **Anais do XX Congresso APA – Produção e Comercialização de Ovos.** Ribeirão Preto: Associação Paulista de Avicultura, 2012.

SILVA, J.H.V. *et al.* Exigências nutricionais de codornas. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. 21., 2011. Maceió. **Anais do XXI Congresso Brasileiro de Zootecnia.** Maceió: Universidade Federal de Alagoas, 2011. (CD-ROM).
SOARES, G.C.; MOURA, G.R.S.; SALGADO, H.R.; MENDONÇA, M.O. Perfil do consumidor de ovos de galinha no município de Rio Pomba. In: SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DO IF SUDESTE MG - SIMEPE, 2., 2015, Barbacena. **Anais II Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão do IF Sudeste MG.** Barbacena: IF Sudeste MG, 2015.

SOBRAL, F.E.S.; BRANDÃO, P.A.; MARQUES, D.D.; BRITO, A.C.I. Caracterização do consumidor de ovos de codorna no município de Patos-PB. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 5, p. 62-66, 2009.

SOUZA, D.O.; PERIM, F.S.; MINAFRA, C.; MARTINEZ, K.L.A.; PIMENTEL, I. Qualidade interna e externa de ovos de granja marrom e caipira de acordo com a condição e o tempo de armazenamento. In: CONGRESSO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DO CAMPUS RIO VERDE DO IFGOIANO, 1., 2012, Rio Verde. **Anais do I Congresso de Pesquisa e Pós-Graduação do Campus Rio Verde do IF Goiano.** Rio Verde: IFGoiano, 2012.

TEIXEIRA, A.J.; DIAS, R.C.; SANTANA, L.C.; OLIVEIRA, A.C.G.; BITTENCOURT, T.M.; MENDONÇA, M.O. Perfil do consumidor de ovos de codorna no município de Rio Pomba, Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIA, INOVAÇÃO & TECNOLOGIA, 8., 2015, Rio Pomba. **Anais do VIII Simpósio de Ciência, Inovação e Tecnologia.** Rio Pomba: IF Sudeste MG, 2015.

TURATTI, J.M; GOMES, R.A.R; ATHIÉ I. **Lipídeos: aspectos funcionais e novas tendências.** Campinas: ITAL; 2002. 69 p.



VIEIRA, M.I. **Codorna doméstica**: muito ovo, ótima carne, bastante lucro. São Paulo: Editora Nobel, 1988. 110 p.

VILLANUA, M.P.; VILLANUA, L. Determinación de colesterol en huevos de distintas especies de aves. **Anales de Bromatología**, v. 40, n. 2, p. 327-350, 1988.



CAPÍTULO 10 - A EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA NO IF SUDESTE MG - CAMPUS RIO POMBA: EXPERIÊNCIAS, REFLEXÕES E PERSPECTIVAS

Onofre Barroca de Almeida Neto

Luciana Narciso de Mattos

Wildson Justiniano Pinto

Fernanda Amaral Bernardino

1. INTRODUÇÃO

A Educação a Distância (EaD) já é uma realidade em todo o mundo e vem crescendo muito no Brasil nos últimos anos, inclusive no IF Sudeste MG, *Campus* Rio Pomba.

O desenvolvimento do Centro de Educação Aberta e a Distância do IF Sudeste MG – *Campus* Rio Pomba (CEAD) revela uma significativa ampliação da demanda e oferta de cursos a distância em diversas áreas do conhecimento ao longo dos sete anos de sua história.

Nosso objetivo é fazer uma breve análise da trajetória histórica da EaD no Brasil com ênfase mais aprofundada ao recorte da trajetória do CEAD. Trata-se de um relato de experiências e reflexões acerca do surgimento e ampliação do CEAD; das contribuições para o desenvolvimento local; da criação de um grupo de pesquisa e suas produções científicas e das perspectivas futuras.

2. TRAJETÓRIA HISTÓRICA DA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA NO BRASIL

A evolução histórica da EaD no Brasil, assim como no cenário mundial, é assinalada pela propagação e difusão dos meios de comunicação. Passamos pela correspondência, pela transmissão radiofônica e televisiva, informática até a atual fusão dos meios gerando a utilização integrada das tecnologias da informação e comunicação no contexto educacional.

De acordo com Barros (2003), os primeiros indícios de utilização da Educação a Distância remontam ao século XVIII, quando um curso por correspondência foi oferecido por uma instituição de Boston (EUA). Este é o marco inicial da EaD no mundo. Já no Brasil, o marco inicial desta trajetória encontra-se no século XX, momento em que a característica marcante é a relação entre a educação e o trabalho, pois a EaD, no Brasil, tem a sua história iniciada em decorrência da revolução industrial, na qual a necessidade de formação para os trabalhadores está atrelada à sua oferta e, portanto, ao surgimento dos cursos a distância.



“Enquanto as fumaças da revolução industrial começavam a mudar a cor do céu” (LÉVY, 1999, p. 163), no cenário educacional a necessidade por políticas educacionais que formasse o operário para as novas indústrias e para nova realidade de trabalho do país começava a ser desenhada. É neste contexto que a EaD ganha espaço, sendo impulsionada inicialmente pela correspondência e pelos meios radiofônicos. No Brasil, a EaD, ao longo de sua história, constituiu-se de uma relevância social que perpetua até os dias atuais por permitir o acesso ao sistema educacional àqueles que, por razões diversas, foram excluídos.

Litwin (2001) ressalta que o desenvolvimento dessa modalidade de ensino serviu para implementar os projetos educacionais mais diversos e para as mais complexas situações, tais como: cursos profissionalizantes, capacitação para o trabalho, divulgação científica, campanhas de alfabetização e também estudos formais em todos os níveis e campos do sistema educacional.

De acordo com Alves (2011, p.87), provavelmente, as primeiras experiências em Educação a Distância no Brasil tenham ficado sem registro, visto que os primeiros dados conhecidos são do século XX. A autora destaca alguns acontecimentos que marcaram a história da Educação a Distância em nosso país com base nos autores MAIA & MATTAR (2007); MARCONCIN (2010); RODRIGUES (2010) e SANTOS (2010):

- 1904 – O Jornal do Brasil registra, na primeira edição da seção de classificados, anúncio que oferece profissionalização por correspondência para datilógrafo.
- 1923 – Um grupo liderado por Henrique Morize e Roquette-Pinto criou a Rádio Sociedade do Rio de Janeiro que oferecia curso de Português, Francês, Silvicultura, Literatura Francesa, Esperanto, Radiotelegrafia e Telefonia. Tinha início assim a Educação a Distância pelo rádio brasileiro.
- 1934 – Roquette-Pinto instalou a Rádio-Escola Municipal no Rio, projeto para a então Secretaria Municipal de Educação do Distrito Federal. Os estudantes tinham acesso prévio a folhetos e esquemas de aulas, e também era utilizada correspondência para contato com estudantes.
- 1939 – Surgimento, em São Paulo, do Instituto Monitor, o primeiro instituto brasileiro a oferecer sistematicamente cursos profissionalizantes a distância por correspondência.
- 1941 – Surge o Instituto Universal Brasileiro, segundo instituto brasileiro a oferecer também cursos profissionalizantes sistematicamente.
- 1947 – Surge a nova Universidade do Ar, patrocinada pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC), Serviço Social do Comércio (SESC) e emissoras



associadas. O objetivo desta era oferecer cursos comerciais radiofônicos. Os alunos estudavam nas apostilas e corrigiam exercícios com o auxílio dos monitores.

- 1959 – a Diocese de Natal, Rio Grande do Norte, cria algumas escolas radiofônicas, dando origem ao Movimento de Educação de Base (MEB), marco na Educação a Distância não formal no Brasil.
- 1962 – É fundada, em São Paulo, a Ocidental School, de origem americana, focada no campo da eletrônica.
- 1967 – O Instituto Brasileiro de Administração Municipal inicia suas atividades na área de educação pública, utilizando-se de metodologia de ensino por correspondência.
- 1970 – Surge o Projeto Minerva, um convênio entre o Ministério da Educação, a Fundação Padre Landell de Moura e Fundação Padre Anchieta, cuja meta era a utilização do rádio para a educação e a inclusão social de adultos. O projeto foi mantido até o início da década de 1980.
- 1974 – surge o Instituto Padre Reus e na TV Ceará começam os cursos das antigas 5ª à 8ª séries (atuais 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental), com material televisivo, impresso e monitores.
- 1976 – É criado o Sistema Nacional de Teleducação, com cursos através de material instrucional.
- 1979 – A Universidade de Brasília, pioneira no uso da Educação a Distância, no ensino superior no Brasil, cria cursos veiculados por jornais e revistas, que em 1989 é transformado no Centro de Educação Aberta, Continuada, a Distância (CEAD) e lançado o Brasil EAD.
- 1981 – É fundado o Centro Internacional de Estudos Regulares (CIER) do Colégio Anglo- Americano que oferecia Ensino Fundamental e Médio a distância.
- 1983 – O SENAC desenvolveu uma série de programas radiofônicos sobre orientação profissional na área de comércio e serviços, denominada “Abrindo Caminhos”.
- 1991 – O programa “Jornal da Educação – Edição do Professor”, concebido e produzido pela Fundação Roquete-Pinto tem início e em 1995 com o nome “Um salto para o Futuro”, foi incorporado à TV Escola (canal educativo da Secretaria de Educação a Distância do Ministério da Educação) tornando-se um marco na Educação a Distância nacional.
- 1992 – É criada a Universidade Aberta de Brasília, acontecimento bastante importante na Educação a Distância do nosso país.
- 1995 – É criado o Centro Nacional de Educação a Distância e nesse mesmo ano também a Secretaria Municipal de Educação cria a MultiRio (RJ) que ministra cursos



do 6º ao 9º ano, através de programas televisivos e material impresso. Ainda em 1995, foi criado o Programa TV Escola da Secretaria de Educação a Distância do MEC.

- 1996 – É criada a Secretaria de Educação a Distância (SEED), pelo Ministério da Educação, dentro de uma política que privilegia a democratização e a qualidade da educação brasileira. É neste ano também que a Educação a Distância surge oficialmente no Brasil, sendo as bases legais para essa modalidade de educação, estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, embora somente regulamentada em 20 de dezembro de 2005 pelo Decreto nº 5.622 (BRASIL, 2005) que revogou os Decretos nº 2.494 de 10/02/98, e nº 2.561 de 27/04/98, com normatização definida na Portaria Ministerial nº 4.361 de 2004 (PORTAL MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2010).
- No ano 2000 é formada a UniRede, Rede de Educação Superior a Distância, consórcio que reúne atualmente 70 instituições públicas do Brasil comprometidas na democratização do acesso à educação de qualidade, por meio da Educação a Distância, oferecendo cursos de graduação, pós-graduação e extensão.
- Em 2004, vários programas para a formação inicial e continuada de professores da rede pública, por meio da EaD, foram implantados pelo MEC. Entre eles o Pró-letramento e o Mídias na Educação. Estas ações conflagraram na criação do Sistema Universidade Aberta do Brasil.
- Em 2005 é criada a Universidade Aberta do Brasil, uma parceria entre o MEC, estados e municípios; integrando cursos, pesquisas e programas de educação superior a distância.
- Em 2006 – entra em vigor o Decreto nº 5.773, de 09 de maio de 2006, que dispõe sobre o exercício das funções de regulação, supervisão e avaliação de instituições de educação superior e cursos superiores de graduação e sequenciais no sistema federal de ensino, incluindo os da modalidade a distância (BRASIL, 2006).
- Já em 2007 entra em vigor o Decreto nº 6.303, de 12 de dezembro de 2007, que altera dispositivos do Decreto nº 5.622 que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 2007).
- Em 2008 – em São Paulo, uma Lei permite o ensino médio a distância, onde até 20% da carga horária poderá ser não presencial.

E é neste contexto histórico, mais especificamente em 2008, que a trajetória da Educação a Distância do IF Sudeste MG - *Campus* Rio Pomba tem seu início.



3. O PERCURSO DO *CAMPUS* RIO POMBA NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA.

Para compreender a trajetória da Educação Profissional e Tecnológica no Ensino a distância no *Campus* Rio Pomba é preciso também conhecer um pouco sobre a história da criação e concepção deste *Campus* do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais:

A origem é data de 16 de agosto de 1962, quando foi inaugurada pelo deputado Último de Carvalho, atendendo aos anseios políticos, econômicos e sociais vigentes, idealizando-se uma escola voltada para as necessidades do meio rural, numa metodologia adaptada ao sistema escola-fazenda.

Na época educação era difícil e oneroso. Muitos almejavam cursar o antigo ginásial e esse grau de ensino era representado por poucas escolas, localizadas geralmente em, o acesso à cidades-pólo. Os filhos de pequenos proprietários e de trabalhadores rurais não tinham condições financeiras para realizar esses estudos. A criação desta Instituição veio justamente preencher essa lacuna, proporcionando a esses indivíduos a escolarização tão sonhada.

Baseando-se no Plano de Metas do governo do então Presidente Juscelino Kubitschek, esses anseios foram conquistados pelo líder regional, Dep. Último de Carvalho, concretizando o sonho da sociedade regional. Foi criado pela Lei 3092/56 de 29 de dezembro de 1956, publicada no DOU em 02 de janeiro de 1957, com a denominação de “Escola Agrícola de Rio Pomba”. Era subordinada ao Ministério da Agricultura e utilizava as terras e benfeitorias do Departamento Nacional de Produção Animal e da Estação Experimental de Fumo do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas.

Ao longo de sua trajetória, o *Campus* Rio Pomba passou pelas seguintes transformações:

- Ginásio Agrícola de Rio Pomba: em 13 de dezembro de 1964, através do Decreto N° 53.558/64.
- Colégio Agrícola de Rio Pomba: em 25 de janeiro de 1968, por meio do Decreto N° 62.178.
- Escola Agrotécnica Federal de Rio Pomba - MG: em 04 de setembro de 1979, por intermédio do Decreto N° 83.935.
- Centro Federal de Educação Tecnológica de Rio Pomba- CEFET-RP: em 14 de novembro de 2002.

Fonte: (<<http://www.riopomba.ifsudestemg.edu.br/portal/node/2>> – acesso em: 13/04/2016)

Em 30 de dezembro de 2008, o CEFET-RP passou a ser o *Campus* Rio Pomba do IF Sudeste de Minas Gerais como parte integrante do modelo institucional absolutamente anovado em termos de proposta político-pedagógica do Governo Federal, por meio do Ministério da Educação (MEC). E ao se tornar uma estrutura multicampi iniciou-se uma nova



fase, “abandonando o hábito de reproduzir modelos externos e ousando a inovar a partir de nossas próprias características, experiências e necessidades” (PACHECO, 2010, p.10).

Hoje, com uma organização pedagógica verticalizada, da educação básica a superior, o *Campus* participa das mudanças do mundo globalizado, introduzindo um novo modelo de formação profissional enfatizando o homem e em suas relações com o meio ambiente no qual está inserido, ofertando de forma pluricurricular cursos de pós-graduação *stricto sensu* (mestrado profissional) e *lato sensu*, graduação (Licenciatura e Bacharelado) e técnicos de nível médio presencial (integrado, subsequente e concomitante) e subsequente na modalidade a distância. Abrangendo assim, as fronteiras do ensino com um projeto político pedagógico inovador que incorpora o uso das tecnologias.

O ensino a distância é introduzido no *Campus* com sua inscrição no edital de seleção nº 01/2007/SEED/SETEC/MEC do Ministério da Educação, publicado no Diário Oficial da União em 27 de abril de 2007, do Programa Escola Técnica Aberta do Brasil, que posteriormente por intermédio do Decreto 7.589, de 26 de outubro de 2011, o transforma em Rede E-Tec Brasil. Nesta seleção se inscreveram 430 proponentes, destes, 74 Instituições de Ensino Técnico propondo 147 cursos técnicos de nível médio, em 14 áreas profissionais. O resultado final do edital foi divulgado em 2008 contemplando 193 escolas em 20 unidades federativas, ao qual o *Campus* está incluído.

Assim, no ano de 2009 oferta-se ao público o primeiro curso técnico em Meio Ambiente, com 150 vagas disponíveis, divididas em três cidades polos do Estado de Minas Gerais, que foram: Alfenas, Cataguases e Porteirinha, a fim de agregar à formação acadêmica a uma demanda escassa de profissionais aptos a lidarem com questões emergentes de ordem ambiental. Dessa forma, considera-se que a partir desse curso iniciou-se a Educação Profissional e Tecnológica na modalidade a distância.

E para abarcar esta “nova” modalidade tecnológica de aprendizagem, no ano de 2012 foi criado o Centro de Educação Aberta e a Distância - CEAD do IF Sudeste de Minas Gerais - *Campus* Rio Pomba, com objetivo de democratizar o acesso à educação profissional, oferecendo cursos técnicos gratuitos com a flexibilidade e dinâmica próprios do ambiente de ensino a distância. E no ano de sua fundação, mais seis cursos foram lançados para a comunidade em 12 polos, a partir do monitoramento do perfil socioeconômico-político-cultural das regiões de abrangência.

Com a EaD no *Campus*, atuando em favor do desenvolvimento local e regional na perspectiva da construção da cidadania, ganhou-se espaço, demanda e expansão, conforme descrito no quadro 01. E como destaca Pacheco (2010. p.2015):

O território de abrangência das ações de um Instituto é, em resumo, a mesorregião onde se localiza, mas pode ir além dela quando se concebe



sua atuação em rede. Em sua intervenção, os Institutos devem explorar as potencialidades de desenvolvimento, a vocação produtiva de seu locus; a geração e transferência de tecnologias e conhecimentos e a inserção, nesse espaço, da mão de obra qualificada.

Outro projeto pioneiro do *Campus* Rio Pomba em EaD no IF Sudeste MG, foi a busca por parceria com outras instituições públicas para capacitação de seus agentes. Haja vista como exemplo, o termo de cooperação técnica firmado com a quarta região da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais (PMMG), para ofertar cursos aos oficiais capacitando-os para as ações rotineiras de seu trabalho na área ambiental.

E essa propagação não resume somente a números do alunado para o *Campus*, mas também em infraestrutura, aquisição de livros e equipamentos como novos laboratórios de informática, mobiliário e na ampliação do Instituto no tempo-espaço. Um exemplo, foi com a chegada do curso de Meio Ambiente na cidade de Porteirinha - MG, localizada a mais de 1000 km de distância do *Campus* RP (Google Maps), pois compreende-se que o contexto da Educação a Distância é “[...]a universalização das oportunidades e a preparação para o universo do trabalho”, conforme Barros (2004, p. 52).

Hoje o CEAD conta com sua própria instalação física e humana, uma equipe especializada de coordenadores, professores, tutores presenciais, tutores a distância e estagiários a fim de atender a atual demanda de oito cursos de base educacional humanístico técnico-científica, qual seja: Zootecnia; Alimentos; Gerência em Saúde; Logística; Meio Ambiente; Redes de Computadores; Secretaria Escolar e Equideocultura em 20 cidades polos de Minas Gerais. Devido a essa amplitude, ocorreram demandas, como a necessidade de capacitação dos envolvidos que atuam nessa modalidade de ensino, principalmente os professores, porque é preciso, qualificar os profissionais para propor cursos de qualidade, como afirma Aretio (1994, p. 34):



Quadro 01. Evolução do quantitativo de matrículas do IF Sudeste MG – *Campus* RP

Ano	Matrícula	Cursos	Cidades Polos (Minas Gerais)
2009	150	1. Meio Ambiente	1. Alfenas; 2. Cataguases; 3. Porteirinha
2010	150	1. Meio Ambiente	1. Alfenas; 2. Cataguases; 3. Porteirinha
2011	128	1. Meio Ambiente	1. Alfenas; 2. Cataguases; 3. Porteirinha
2012	1573	1. Agroecologia; 2. Alimentos; 3. Gerência em Saúde; 4. Logística; 5. Meio Ambiente; 6. Redes de Computadores; 7. Secretaria Escolar	1. Além Paraíba; 2- Alfenas; 3. Barbacena; 4. Cataguases; 5. Divino; 6. Juiz de Fora; 7. Manhumirim; 8. Porteirinha; 9. Recreio; 10. Rio Pomba; 11. Ubá; 12. Visconde do Rio Branco
2013	973	1. Gerência em Saúde; 2. Logística; 3. Meio Ambiente; 4. Redes de Computadores; 5. Zootecnia	1. Alfenas; 2. Carangola; 3. Cataguases; 4. Juiz de Fora; 5. Muriaé; 6. Porteirinha; 7. Rio Pomba; 8. Ubá; 9. Visconde do Rio Branco
2014	970	1. Alimentos; 2. Redes de Computadores; 3. Logística; 4. Secretaria Escolar; 5. Zootecnia	1. Além Paraíba; 2. Alfenas; 3. Barbacena; 4. Boa Esperança; 5. Cataguases; 6. Carangola; 7. Juiz de Fora; 8. Lima Duarte; 9. Muriaé; 10. Ponte Nova; 11. Porteirinha; 12. Rio Pomba; 13. São João Nepomuceno; 14. Ubá; 15. Visconde do Rio Branco
2015	1932	1. Alimentos; 2. Gerência em Saúde; 3. Logística; 4. Meio Ambiente; 5. Redes de Computadores; 6. Secretaria Escolar; 7. Zootecnia	1. Além Paraíba; 2. Alfenas; 3. Barbacena; 4. Barroso; 5. Boa Esperança; 6. Carangola; 7. Cataguases; 8. Juiz de Fora; 9. Lima Duarte; 10. Manhuaçu; 11. Muriaé; 12. Ponte Nova; 13. Porteirinha; 14. São João Nepomuceno; 15. São Sebastião do Paraíso; 16. Timóteo; 17. Ubá; 18. Visconde do Rio Branco.
2016	127*	1. Equideocultura	1. Barbacena; 2. Rio Pomba; 3. São Vicente de Minas

Fonte: Coordenação Geral de Assuntos e Registros Acadêmicos - CGARA

*Abertura de apenas um curso para o 1º semestre



“A eficácia e eficiência das instituições educacionais dependem, em grande parte, da formação, capacidades e atitudes de seus docentes. É preciso incitar diferentes saberes para as diversas especificidades e exigências do ato de ensinar”.

Dessa forma, o CEAD ao longo de sua existência promove cursos de capacitação para esses profissionais, tendo em vista a necessidade de desenvolver competências e habilidades para a plena formação do profissional.

Uma outra ação demandada é a busca por uma identidade própria da EaD em nosso *Campus* e que no decorrer do tempo está sendo alcançado. Pode-se citar como exemplos, os cadernos pedagógicos usados nos cursos, mais de 50% são produzidos pelos professores, como também, as videoaulas. O site próprio, sendo um canal de divulgação e disseminação. A Plataforma Moodle, ambiente virtual de aprendizagem configurada para atender os objetivos do processo de ensino aprendizagem. Sistema exclusivo de diários e processos seletivos. Além da produção científica, divulgada em Congressos e Seminários, fruto do trabalho do grupo de pesquisa em Tecnologia e Educação a Distância.

Assim, são sete anos promovendo e colaborando para solidificação da EaD no país. Muitos desafios foram vencidos e há ainda muitas ações a serem desempenhas com o apoio do Fórum de EaD do IF Sudeste MG, órgão assessor à Pró-reitoria de Ensino, conforme descrito no PDI 2014/2 - 2019:

Nesse tempo, ocorreu grande expansão, gerando demandas de reorganização estrutural da gestão. Esse é o primeiro plano de ação que se apresenta para os agentes envolvidos no Ensino a Distância do IF Sudeste MG. Com a oferta em expansão, torna-se necessário, ainda mais, que a instituição regulamente a oferta dos cursos a distância, constituindo um referencial para sua organização. (2014, p. 56)

4. PESQUISA E PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Após a expansão da EaD em 2012, uma das ações lançadas foi a pesquisa no âmbito do CEAD, cujo objetivo era a produção científica com a temática. Os primeiros trabalhos começaram a discutir temas específicos dentro do ensino a distância, como a evasão, perfil dos ingressantes, e questões relacionadas ao cotidiano de algumas disciplinas, principalmente no curso técnico em logística no que se refere ao trabalho de conclusão de curso. Destes trabalhos surgiram as primeiras publicações em congressos e seminários.



Assim em 2014, como forma de estruturar a pesquisa no CEAD, criamos o grupo de pesquisa em Tecnologia e Educação à Distância¹. Para a criação do grupo, a trajetória e *expertise* do CEAD foram combinadas para que se formasse uma frente de pesquisa comprometida com a realidade educacional, tecnológica e inovadora que vem sendo promovida nesse espaço e também aquela que se deseja projetar, em unidade aos esforços de docentes, técnicos administrativos e estudantes do *Campus* Rio Pomba.

O grupo tem o objetivo de promover estudos na interface tecnologia, educação e inovação com enfoque em EaD, contribuindo para um conjunto produtivo de reflexões em abordagens didático-pedagógicas, agentes e linguagens educacionais com o aporte tecnológico na geração de produtividade e eficiência.

Tendo como área predominante a Educação, o grupo foi estruturado com as seguintes linhas de pesquisa: Ferramentas tecnológicas para educação a distância, Avaliação da educação à distância, Docência e tutoria na educação tecnológica a distância: melhores práticas, e Gestão em EaD.

A linha de pesquisa Ferramentas tecnológicas para a educação a distância tem como objetivo desenvolver projetos para a construção de produtos e inovações tecnológicas para o processo de ensino-aprendizagem. Tais produtos poderão ser, por exemplo, materiais didáticos impresso e multimídia. Já a linha de pesquisa Avaliação da educação à distância, busca investigar e propor processos aplicados à avaliação em educação a distância. A linha de pesquisa Docência e tutoria na educação tecnológica a distância: melhores práticas, tem como objetivo realizar pesquisas sobre a formação docente tecnológica na área de EaD e os desafios para a construção de cursos técnicos a distância, com a finalidade de gerar dados e soluções educacionais nesta área. Por fim, a linha de pesquisa Gestão em EaD busca tratar de temas ligados a processos de planejamento, gestão e implementação de ações voltadas ao desenvolvimento da modalidade a distância tendo como foco principal a educação profissional e tecnológica

A seguir pelo Quadro 2, temos uma relação dos trabalhos já realizados, divididos por tipo de publicação que foram submetidos e publicados.

¹ O Grupo é cadastrado no diretório de grupos de pesquisa do CNPq e certificado pelo IFSudeste MG e pode ser acessado pelo link <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/1232671274272390>



Quadro 2. Publicações realizadas pelos pesquisadores do CEAD.

Artigos completos publicados em periódicos
MATTOS, L. N. ; ALMEIDA NETO, O. B. ; PINTO, W. J. ; MOREIRA, F. A. . O Estudante @ distância.com: Conhecendo seu Perfil. Revista Educaonline, v. 8, p. 74-92, 2014.
MATOS, L. N. ; ALMEIDA NETO, O. B. DE ; BERNARDINO, R. M. . Determinação e permanência dos estudantes nos cursos técnicos a distância: um estudo de caso.. Doctrina E@D, v. 2, p. 33-38, 2013.
Trabalhos completos publicados em anais de congressos
MATOS, L. N. ; ALMEIDA NETO, O. B. DE ; MOREIRA, F. A. ; BARRA, V. O. . A evasão nos cursos técnicos na modalidade a distância: um estudo de caso.. In: XI Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância - ESUD 2014, 2014, Florianópolis. Pesquisa na EaD: reflexões sobre teoria e prática., 2014. v. 1. p. 3058-3072.
ALMEIDA NETO, O. B. DE; MATOS, L. N. ; PINTO, W. J. ; BERNARDINO, R. M. . A importância dos aspectos socioafetivos na educação a distância. In: IX Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2014, São Luís - MA. IX CONNEPI, 2014.
ALMEIDA NETO, O. B. DE; MATOS, L. N. . Os estudantes evadidos de EAD em foco. Compreendendo seu comportamento e atitudes.. In: II Seminário Internacional de EAD., 2014, Natal - RN. Perspectivas Teóricas e Experiências práticas em EAD, 2014. p. 111.
Resumos publicados em anais de congressos
MATTOS, L. N. & ALMEIDA NETO, O. B. O papel do caderno pedagógico impresso no EAD: um estudo de caso. In: III Fórum Mundial de Educação Profissional e Tecnológica, 2015, Recife, PE. Diversidade, Cidadania e Inovação.
MATTOS, L.N.; REIS, G. H. R. . Os evadidos on-line: Identificando causas da evasão na educação à distância. In: V Simpósio de Ciência, Inovação & Tecnologia 'Economia Verde, Sustentabilidade e Erradicação da Pobreza', 2012, Rio Pomba. V Simpósio de Ciência, Inovação & Tecnologia, 2013. v. V.
ZAAK SARAIVA, I.; LAGE, M. L. C. ; PINTO, W. J. . Influências Regionais no Desempenho de Alunos da Disciplina TCC num Curso Técnico em Logística a Distância, em 2013. In: II Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão ? II SIEPE, 2014, Camboriú - SC. Anais Eletrônicos do II Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão ? II SIEPE. Blumenau - SC: Instituto Federal Catarinense, 2014. v. Único. p. 1-8.



ZAAK SARAIVA, I.; LAGE, M. L. C. ; PINTO, W. J. . Influências Regionais no Desempenho de Alunos em um Curso Técnico Federal a Distância. In: ESUD 2014 - Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância., 2014, Florianópolis - SC. Pesquisa na EaD: reflexões sobre teoria e prática. Florianópolis - SC: NUTE - UFSC, 2014. v. 1. p. 2392-2406.

ZAAK SARAIVA, I.; LAGE, M. L. C. ; PINTO, W. J. . Estratégias de Orientação de Trabalhos de Conclusão num Curso Técnico em Logística a Distância. In: V Seminário Internacional de Educação a Distância: Meios, Atores e Processos, 2013, Belo Horizonte. Anais do V Seminário de Educação a Distância: Meios, Atores e Processos. Belo Horizonte: UFMG, 2013. v. 1. p. 716-726.

ZAAK SARAIVA, I.; LAGE, M. L. C. ; PINTO, W. J. . Uma análise sobre o desempenho dos alunos da disciplina TCC de um Curso Técnico em Logística a Distância, no ano de 2013. In: VIII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2013, Salvador - BA. VIII Connepi - Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação: Anais. Salvador - BA: IFBAIANO, 2013. v. 01. p. 116-116.

ZAAK SARAIVA, I.; ALMEIDA NETO, O. B. ; PINTO, W. J. ; MATTOS, L. N. . O Moodle como Ferramenta de Coleta de Dados: Proposta Metodológica para Avaliação Local em Educação a Distância. In: III Fórum Mundial de Educação Profissional e Tecnológica, 2015, Recife, PE. Diversidade, Cidadania e Inovação.

Como pode-se notar foram publicados 12 trabalhos pelos pesquisadores do CEAD envolvendo as linhas de pesquisa em que vêm atuando.

5. PRETENSÕES FUTURAS PARA EaD NO CAMPUS RIO POMBA

De acordo com nosso Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) e plano de metas, pretendemos ampliar as cidades polos e as vagas dos cursos técnicos atualmente ofertados, assim como abriremos novos cursos para atender às demandas que surgirem na sociedade local e regional.

Fazer parcerias com outras instituições públicas para capacitar seus agentes e melhorar os serviços prestados a população.

Em julho de 2016 formará a primeira turma do curso técnico em Meio Ambiente ofertado para os oficiais da PMMG nos pólos de Cataguases e Juiz de Fora. A qualidade do curso e satisfação da PMMG gerou o interesse em ampliar o termo de cooperação técnica e levar os cursos EaD a todo Estado de Minas Gerais, para capacitar seus oficiais e melhorar a qualidade dos serviços prestados à população.

Ofertar cursos de graduação como Licenciaturas pelo Programa Especial de Formação Pedagógica de Docentes;



Desde 2012 iniciamos o processo de credenciamento institucional para ofertarmos cursos de pós-graduação em EaD, e em 2015 passamos pela primeira avaliação institucional onde os avaliadores do Ministério da Educação e Cultura - MEC em seu relatório final sugerem nota igual a 5.

O próximo passo será a avaliação da Universidade Aberta do Brasil (UAB) para que os cursos que ofertarmos sejam financiados pela mesma.

Dessa forma, pretendemos ofertar cursos de pós-graduação *Lato Sensu* para população em geral e para nossos servidores, a fim de capacitá-los para suas tarefas cotidianas, melhorando os serviços prestados à população.

Já temos duas propostas em fase de análise documental interna do IF para implementação, que seriam os cursos de pós-graduação em nível de Especialização em Agroecologia e Docência na Educação Profissional e Tecnológica.

De acordo com o PDI 2014/2019 pretende-se ofertar os seguintes cursos de pós-graduação *Lato Sensu*: Especialização em Ciência da Computação, Formação de professores em Ciências, Formação de professores em Matemática e Gestão pública ou Empresarial. E a graduação de Licenciatura em Matemática.

Fazer parcerias com outras instituições de ensino para tornarmos polo de cursos de pós-graduação a fim de capacitarmos nossos servidores.

Para atender a esses objetivos buscaremos fazer parcerias com outras instituições de ensino para tornarmos polo EaD da mesma e assim trazermos cursos de interesse dos mais diversos setores da área educacional, administrativa e produtiva, para capacitar nossos servidores, contribuindo com o programa de incentivo e apoio a capacitação dos servidores (PROAQ).

Fortalecer e ampliar o grupo de pesquisa em Tecnologia e Educação a Distância e suas linhas de pesquisa para divulgar e disseminar nossas experiências e contribuir para melhorar a qualidade da EaD e dos serviços prestados a população.

6. CONCLUSÕES

O CEAD vem buscando se desenvolver, ampliar, se equipar e atualizar, para atender, da melhor maneira possível, as demandas emanadas pela população e ao plano de desenvolvimento institucional.

As pretensões futuras são uma afirmação da consolidação no *Campus* sobre o ensino a distância, no qual permite também um resgate na memória dos desafios enfrentados e superados.

O CEAD – RP é uma conquista. E não há como se pensar em desenvolvimento da educação sem referendar-se ao ambiente virtual de aprendizagem, da interatividade virtual, da comunicação sem sair do lugar, das diversas possibilidades de ensino-



aprendizagem e, desconectar o aprender dessa nova modalidade será “remar contra a maré”.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Lucineia. **Educação a Distância: conceitos e história no Brasil e no mundo.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Educação a Distância, vol.10, 2011.

ARETIO, L. G. Fundamento y componentes de la educación a distancia. **Revista Iberoamericana de Educación a Distancia.** v.2, p.28-39, 1999.

BARROS, D. M. V. **Educação a Distância e o Universo do Trabalho.** Bauru: EUDSC, 2004.192 p.

LÉVY, P. **Cibercultura.** São Paulo: Editora 34, 1999.

LÉVY, P.. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática.** 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2010.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS. Plano de Desenvolvimento Institucional - PDI 2014/2 a 2019. Juiz de Fora, MG. Disponível em
<http://www.ifsudestemg.edu.br/sites/default/files/pdi_2014_2019_0.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2016.

LITWIN, E. **Educação a Distância: temas para o debate de uma nova agenda educativa.** Porto Alegre: Artmed. 2001.

MORAN, J. M. **O que é Educação a Distância.** Universidade de São Paulo. Disponível em:
<<http://www.eca.usp.br/prof/moran/dist.htm>>. Acesso em: 05 mar. 2016.

Pacheco, Eliezer. **Os Institutos Federais: uma revolução na Educação Profissional e Tecnológica** Ministério da Educação Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. 2010. Disponível em:
<http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=3787-cartilha-eliezer-final&category_slug=marco-2010-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 22 fev. 2016.

