



PATRICK HERNANE SEVERIANO

**AGREGAÇÃO DE VALORES DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA
UTILIDADES URBANAS: TEORIA E PRÁTICA**

**BOM SUCESSO - MG
2021**

PATRICK HERNANE SEVERIANO

**AGREGAÇÃO DE VALORES DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA
UTILIDADES URBANAS: TEORIA E PRÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais-Campus Avançado Bom Sucesso, como parte das exigências do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, para obtenção de novo título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Oswaldo Guimarães Filho

**BOM SUCESSO - MG
2021**

Dados internacionais de catalogação na publicação (CIP)
Bibliotecária responsável Maria de Lourdes Cardoso CRB-6/3242

S498a Severiano, Patrick Hernane, 1989 -

Agregação de valores de resíduos da construção civil para utilidades urbanas : teoria e prática / Patrick Hernane Severiano. -- 2021.

29 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Oswaldo Guimarães Filho

Monografia (Graduação) - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Campus Avançado Bom Sucesso, Curso de Gestão Ambiental, Bom Sucesso-MG, 2021.

1. Materiais de construção - Reaproveitamento. 2. Construção civil. 3. Reaproveitamento (Sobras, refugos, etc.). I. Guimarães Filho, Oswaldo. II. Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Campus Avançado Bom Sucesso. III. Título.

CDD: 363.728



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SUDESTE DE MINAS GERAIS

COMPROVANTE DE APROVAÇÃO DO PROJETO POR BANCA EXAMINADORA Nº 19 / 2021 - BSC-CCGA (11.01.10.01.01.02.02)

Nº do Protocolo: 23223.003758/2021-13

Juiz de Fora-MG, 18 de Outubro de 2021

TERMO DE APROVAÇÃO

PATRICK HERNANE SEVERIANO

**Agregação de Valores de Resíduos na Construção Civil para Utilidades Urbanas:
teoria e prática**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - *Campus* Avançado Bom Sucesso.

(Assinado digitalmente em 19/10/2021 16:24)

OSWALDO GUIMARAES FILHO
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
Matrícula: 1095841

(Assinado digitalmente em 19/10/2021 18:34)

ROBSON JOSE DA SILVA
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
Matrícula: 2047063

(Assinado digitalmente em 20/10/2021 13:10)

TELMA SUELY DA SILVA MORAIS
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
Matrícula: 3078817

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.ifsudestemg.edu.br/documentos/> informando seu número: **19**, ano: **2021**, tipo: **COMPROVANTE DE APROVAÇÃO DO PROJETO POR BANCA EXAMINADORA**, data de emissão: **18/10/2021** e o código de verificação: **d608b9440f**

Dedico este trabalho a todos que
contribuíram direta ou indiretamente
em minha formação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre ter me guiado e me iluminado nos momentos difíceis, mesmo querendo desistir, nunca me deixou desamparado e sempre vindo ao meu encontro.

Aos meus pais, Paulo e Alessandra, por ter sido os meus professores da vida, que conduziram e me ensinaram, me dando sabedoria, entendimento, honestidade, bondade, compaixão, o incentivo de sempre batalhar e nunca desistir de um sonho e a felicidade de ser filho deles.

A minha Irmã, minha esposa Nadiele e meu filho Ravi, que me aturaram nos momentos difíceis, em que a dificuldade apertou e vieram às mudanças de temperamento, em especial a minha esposa que desde o início me incentivou, me mostrando que eu era capaz.

Agradeço a minha colega de trabalho Jessica, que sem ela eu não teria conseguido entrar na universidade, por ter me ajudado com um simples gesto, mais fez toda a diferença.

Ao meu orientador, Professor Doutor Oswaldo Guimarães Filho, pelo incentivo, confiança e pela oportunidade em me chamar para participar de um trabalho de grande valia para o Instituto.

Ao amigo de treino Doutor Alexandre, que me ajudou em dúvidas que foram aparecendo durante a preparação do TCC, me aturar e sempre ser prestativo a qualquer hora e momento.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Avançado Bom Sucesso, pela minha formação acadêmica.

Aos professores (as) Robson, Telma, Larissa, Talita, Daniela, Junqueira, Alessandro, Victor, Maurílio e Dênisson, pelos ensinamentos e dedicação passada durante o curso, também aqueles que além de professor são amigos para uma vida toda.

A todos os meus colegas de turma 2019/2021, pelos bons momentos que passamos juntos e pelo companheirismo.

Aos amigos conquistados ao longo desses anos em especial, Marcos, Rafael, Ualisson, Maria, obrigado pelo dia a dia, pelas risadas, pelas brincadeiras sadias, por me auxiliar em momentos difíceis, por cada um contribuir à sua maneira para a minha formação.

Enfim, agradeço a todos que tiveram uma participação direta ou indireta neste trabalho.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Os problemas oriundos dos resíduos da construção civil e demolição sempre estiveram presentes em nosso País. Com o crescimento do setor da construção civil, a exploração de matéria-prima aumenta, assim como os impactos ambientais causados. Estas questões vêm recebendo uma maior atenção devido à grande quantidade de resíduos gerados, ao potencial de reciclagem e buscas de formas mais adequadas e eficientes de destinação final para estes resíduos. A problemática desse setor está no desperdício de materiais, segregação incorreta no canteiro de obras, falta de reutilização e reciclagem, contribuindo para o aumento da quantidade de resíduos, mudança da paisagem, redução da vida útil de aterros e até proliferação de vetores. As disposições irregulares destes resíduos causam muitos impactos negativos ao meio ambiente, visto que são frequentemente lançados em terrenos baldios, áreas de preservação permanente, vias e logradouros públicos, prejudicando a qualidade de vida da população. Por isso, é necessário que se realize um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). Neste enfoque, a preocupação com os resíduos gerados pela construção civil e seus impactos ambientais fez com que novas estratégias para a redução e reutilização de tais resíduos fossem abordadas. Este TCC faz uma revisão sobre estes conceitos, em relação à diminuição na produção de resíduos, ao descarte apropriado e a agregação de valores a estes resíduos da construção civil. De posse destas informações, será possível o desenvolvimento e otimização de formas mais eficientes de se agregar valor a estes resíduos para uso em utilidades urbanas.

Palavras-chave: construção civil; PGRCC; reciclagem; sustentabilidade; PNRS.

ABSTRACT

The problems arising from civil construction and demolition waste have always been present in our country. With the growth of the civil construction sector, the exploitation of raw materials increases, as well as the environmental impacts caused. These issues have been receiving greater attention due to the large amount of waste generated, the potential for recycling and the search for more appropriate and efficient ways to dispose of this waste. The problem in this sector is the waste of materials, incorrect segregation at the construction site, lack of reuse and recycling, contributing to the increase in the amount of waste, changing the landscape, reducing the useful life of landfills and even proliferation of vectors. Irregular disposal of this waste causes many negative impacts on the environment, as they are often disposed of on vacant lots, permanent preservation areas, roads and public places, harming the population's quality of life. Therefore, it is necessary to carry out a Civil Construction Waste Management Plan (PGRCC). In this approach, the concern with the waste generated by civil construction and its environmental impacts led to new strategies for the reduction and reuse of such waste to be addressed. This TCC reviews these concepts, in relation to the reduction of waste production, the proper disposal and the aggregation of values to these civil construction waste. With this information, it will be possible to develop and optimize more efficient ways to add values to these waste for use in urban utilities.

Keywords: civil construction; PGRCC; recycling; sustainability; PNRS.

LISTA DE FIGURAS

Figura1	Classificação dos resíduos sólidos.....	13
Figura2	Exemplos de resíduos da construção civil e demolição.....	17
Figura3	Processo básico da fabricação industrial do tijolo de entulho.....	19
Figura4	Materiais utilizados na produção do suporte de fixação da placa.....	22
Figura5	Armação de ferragens para posterior enchimento com concreto, utilizando estribos, arames, vergalhão e cano de PVC para garantir menor peso	23
Figura6	Processo de produção do suporte de fixação da placa.....	23
Figura7	Processo de pintura e instalação do suporte da placa comemorativa.....	24
Figura8	Instalação do suporte da placa comemorativa dos 10 anos do Instituto na praça Benjamin Guimarães, Bom Sucesso – MG	25

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	OBJETIVOS.....	10
2.1	Objetivo Geral.....	10
2.2	Objetivos Específicos.....	10
3	REFERENCIALTEÓRICO.....	10
3.1	Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).....	10
3.2	Definição e classificação dos resíduos sólidos.....	12
3.3	Gerenciamento de Resíduos Sólidos.....	14
3.4	A Indústria da construção civil e seus impactos.....	14
3.5	Construção sustentável.....	17
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4.1	Descrição da metodologia teórica e prática utilizada no trabalho.....	21
4.2	Recursos Materiais.....	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
6	CONCLUSÃO.....	26
	REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

A crise ambiental global tem origem em nosso modelo de desenvolvimento. Se no início as transformações eram irrelevantes, elas foram se intensificando com o passar do tempo, principalmente a partir do século XIX, quando se passou a fazer o uso da eletricidade, bem como dos combustíveis fósseis. Desde então, a sociedade vem presenciando e tomando consciência dos impactos causados por suas atividades, resultando muitas vezes em sérios danos ao meio ambiente (RIBEIRO, 2013). Nas grandes áreas urbanas, percebe-se que o ambiente está perdendo sua capacidade de recuperação, apresentando sérios sinais de deterioração. Com o crescimento desordenado das áreas urbanas, sem um planejamento urbano e ambiental apropriado, favoreceu-se o aumento acentuado da geração de Resíduos da Construção e Demolição (RCD). Sabe-se que a construção civil é um dos setores mais importantes para o desenvolvimento econômico e social. Por outro lado, este setor gera grandes impactos no meio ambiente, seja pela busca de matéria-prima ou descarte de resíduos, resultando na modificação da paisagem (PINTO, 2005).

Um dos maiores desafios da construção civil é conduzir a um desenvolvimento sustentável, mantendo sua atividade produtiva, mas ao mesmo tempo, sendo menos danoso ao meio ambiente (PINTO, 2005). Para fins de conhecimento (VIERA), este setor é um grande consumidor de matéria-prima, o qual consome em torno de 20 e 50% do total de recursos naturais. Uma das problemáticas do setor é que este grande consumo de matéria-prima é acompanhado de uma grande geração de resíduos. Os mesmos podem ser constituídos de fragmentos de tijolos, blocos cerâmicos, concretos, solos, rochas, metais, madeiras, argamassas, gessos, dentre vários outros. Eles foram classificados dentro de classes, classificando-os em resíduos com possibilidade de reciclagem e reutilização, segundo a Resolução 306 da Comissão de Meio Ambiente – CONAMA (VIEIRA, 2008).

Para atender ao gerenciamento de RCD, deve haver um direcionamento através de um plano, o qual é denominado como Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC. Este plano deve seguir as diretrizes para obtenção de resultados eficientes no processo de gestão de RCD (CHAHUD, 2007). Os RCD são oriundos dos serviços de infraestrutura urbana, tais como: execução de novas obras, serviços de terraplanagem, demolições e reformas de construções existentes. Segundo Pinto (1999), a geração dos RCD em cidades brasileiras de grande e médio porte corresponde aproximadamente de 41 a 71% da massa dos resíduos sólidos urbanos.

Segundo Marques Neto (2005), a grande geração de RCD está relacionada ao desperdício de materiais de construção. O autor destaca sobre a necessidade urgente de políticas públicas, com o objetivo de se ter um maior controle, desde o processo de coleta, transporte, até a disposição final destes resíduos. Um maior controle do fluxo de resíduos poderá potencializar o uso destes resíduos como matéria-prima para a confecção de outros materiais. O estabelecimento de um PGRCC eficiente pode trazer benefícios de ordem social, econômica e ambiental, para um determinado município.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Revisão sistemática da literatura sobre as melhorias do gerenciamento de resíduos da construção civil, por meio do monitoramento do PGRCC, com o objetivo de se agregar valores a estes materiais para uso em utilidades urbanas. Esta proposta também tem como objetivo geral a aplicação prática de alguns destes conceitos.

2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos têm-se:

- Revisão da literatura de forma sistemática sobre a geração de resíduos da construção civil e impactos ambientais, e sobre como o PGRCC vem sendo utilizado para o descarte adequado destes resíduos, juntamente com a análise das formas de reutilização dos mesmos (agregação de valor);
- Aplicação prática na realização de um experimento utilizando resíduos da construção civil para a produção de uma placa comemorativa, agregando valores a resíduos que antes iriam ser descartados.

3 REFERENCIALTEÓRICO

3.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos institui 19 instrumentos obrigatórios para aplicação da lei (Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010). Conheça os principais (ECO CIRCUITO, 2019):

- **Plano de Resíduos Sólidos** – trata-se de um documento, o qual deve ser formalizado por instituições públicas e privadas. Neste documento, devem-se estabelecer quais são as metas e ações a serem cumpridas a fim de se obter uma redução da geração de resíduos, bem como formas de descarte apropriadas;
- **Logística reversa** – está relacionada à reutilização de embalagens, as quais após o consumo devem retornar ao início da cadeia produtiva;
- **Coleta seletiva** – neste instrumento, determina-se que o consumidor separe os resíduos gerados em sua residência. Estes resíduos, depois de separados, devem então ser entregues em pontos de coleta apropriados, sendo destinados ao processo de reciclagem;
- **Incentivo ao desenvolvimento das cooperativas** – tem papel fundamental para cooperativas no processo de reciclagem. Este instrumento auxilia no desenvolvimento de modelos de trabalho que sejam mais justos, tanto para cooperativas quanto para cooperados;
- **Acordo setorial** – este instrumento está relacionado com a geração de acordos, os quais são firmados entre Poder Público e iniciativa privada. Esta é uma forma de impulsionar este engajamento, de forma conjunta, a fim de otimizar os custos envolvidos no processo;
- **Fiscalização** – este é um instrumento de grande importância, pois é responsável pela garantia do cumprimento do que prevê cada instrumento da PNRS, ou seja, consiste no monitoramento e fiscalização dos atores da cadeia produtiva, levando em consideração três aspectos principais: o ambiental, sanitário e agropecuário.
-

A **Quadro 1** abaixo apresenta as alterações decorrentes após a instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos, mostrando um panorama de como era antes e como ficou depois da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.

Quadro1: Mudanças provenientes da Lei nº 12.305 (ANDREOLI *et al.*, 2014).

ANTES	DEPOIS
Poder Público	
Falta de prioridade para o lixo urbano	Municípios farão plano de metas sobre resíduos com participação dos catadores
Existência de lixões na maioria dos municípios	Os lixões precisam ser erradicados em quatro anos
Resíduo orgânico sem aproveitamento	Prefeituras passam a fazer compostagem
Coleta seletiva cara e ineficiente	É obrigatório controlar custos e medir a qualidade do serviço
Empresas	
Inexistência de lei nacional para nortear os investimentos das empresas	Marco legal estimulará ações empresariais
Falta de incentivos financeiros	Novos instrumentos financeiros impulsionarão a reciclagem
Baixo retorno de produtos eletrônicos pós-consumo	Mais produtos retornarão à indústria após o uso pelo consumidor
Desperdício econômico sem a reciclagem	Reciclagem avançará e gerará mais negócios com impacto na geração de renda
Catadores	
Exploração por atravessadores e riscos à saúde	Catadores reduzem riscos à saúde e aumentam renda em cooperativas
Informalidade	Cooperativas são contratadas pelos municípios para coleta e reciclagem
Problemas de qualidade e quantidade dos materiais	Aumenta a quantidade e melhora a qualidade da matéria a ser reciclada
Falta de qualificação e visão de mercado	Trabalhadores são treinados e capacitados para ampliar produção
População	
Não separação do lixo reciclável nas residências	Consumidor fará separação mais criteriosa nas residências
Falta de informação	Campanhas educativas mobilizarão moradores
Falhas no atendimento da coleta municipal	Coleta seletiva melhorará para recolher mais resíduos
Pouca reivindicação junto às autoridades	Cidadão exercerá seus direitos junto aos governantes

3.2 Definição e classificação dos resíduos sólidos

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), resíduos sólidos podem ser definidos como: “resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem mcomodeterminadoslíquidosocujasparticularidadestorneminviáveleseu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

Com respeito à classificação dos resíduos, eles podem ser classificados segundo suas características, bem como sua origem e periculosidade. São classificados, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em perigosos e não perigosos. Além disso, os perigosos são classificados pela NBR10004 em inerte se não inertes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRAS DE NORMAS TÉCNICAS, 2004). Estas informações podem ser encontradas em mais detalhes na Fig. 1.

Figura1. Classificação dos resíduos sólidos.



Fontes: Copel (2015)

Os resíduos da construção civil são gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras da construção civil, incluídos aqueles provenientes da escavação de terrenos para obras. Nesta linha, é importante destacar que os resíduos sólidos são gerados a partir de diversas atividades, como citado anteriormente, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de varrição, dentre outras. Uma característica destes resíduos é

que os mesmos podem ser reutilizados como matéria-prima. Diferentemente da definição de resíduos sólidos, o lixo pode ser definido como sendo impossível de ser reaproveitado, ou seja, é qualquer material produzido pelo homem que perde a utilidade e é descartado (não tem valor agregado) (ANDREOLI *et al.*, 2014).

3.3 Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Segundo a PNRS (BRASIL, 2010), o gerenciamento de resíduos sólidos pode ser denominado como o conjunto de atividades desenvolvidas, desde a coleta, transporte, tratamento e destinação final destes resíduos sólidos, de forma correta de um ponto de vista ambiental. Este processo deve estar de acordo com um plano municipal de gerenciamento de resíduos sólidos.

Na construção civil, o PGRCC trata-se de um documento técnico que identifica a quantidade de geração de cada tipo de resíduos provenientes de construções, reformas, demolições, preparação de terrenos, dentre outros. Este plano é responsável pelo estabelecimento dos procedimentos necessários para o manejo e destinação de resíduos, de acordo com a classificação de resíduos definida pelo CONAMA nº 307/2002 (BRASIL, 2002). O processo de segregação dos resíduos de construção civil é de responsabilidade do próprio gerador. A implementação do PGRCC é obrigatória às empresas da construção civil.

Durante o processo de gerenciamento de resíduos sólidos, é necessária uma ação conjunta de não geração até a disposição final de resíduos (ZANTA; FERREIRA, 2003). Segundo Martinho e Gonçalves (2000), o sistema de gerenciamento integrado de resíduos sólido desenvolve uma etapa de caracterização, seguida pelo acondicionamento, coleta e transporte, segregação, tratamento, e chegando na disposição final, a qual deve ser ambientalmente correta.

A importância desse sistema é ressaltada quando se analisa o manejo dos resíduos, considerando-se os impactos ecológicos, a correlação com a defesa da saúde pública, modo de geração na sociedade tecnológica e sua grandeza em termos qualitativos e quantitativos. Além disso, o planejamento das atividades de gerenciamento deve assegurar um ambiente saudável, tanto no presente como no futuro (NASCIMENTO *et al.*, 2015).

3.4 A Indústria da construção civil e seus impactos

A indústria da construção civil envolve diferentes processos e utiliza enormes quantidades de recursos. Esses processos têm impactos severos no meio ambiente que, segundo Horsley (2003), ocorrem em uma variedade de escalas de tempo, desde a extração e processamento das matérias-primas utilizadas na construção, passando pela duração do processo construtivo, a operação da edificação, até a eventual demolição da estrutura no final da sua vida operacional.

A construção pode ser definida como a atividade que envolve a criação de infraestrutura física, superestrutura, habitação e outras instalações relacionadas (WATUKA; ALIGULA, 2002). A substância física de uma estrutura é um conjunto de materiais de fontes amplamente dispersas. Eles passam por diferentes tipos e graus de processamento em um grande número de lugares, requerem muitos tipos de tratamento em períodos que variam muito em duração e usam os serviços de uma multidão de pessoas organizadas em muitos tipos diferentes de entidades comerciais.

A indústria da construção, embora contribua para o desenvolvimento socioeconômico geral de qualquer país, é um grande explorador de recursos naturais não renováveis e um poluidor do meio ambiente, contribuindo para a degradação ambiental através do esgotamento de recursos, consumo de energia, poluição do ar e geração de resíduos na aquisição de matérias-primas (WATUKA; ALIGULA, 2002).

A fase de construção dá continuidade ao que foi concebido e projetado na fase anterior. Muitas empresas não têm dedicado atenção suficiente às interferências causadas pelos canteiros de obras, que também têm impactos significativos, como transtornos à vizinhança (ruído, visual, etc.), poluição (solo, água e ar), impactos do canteiro de obras (nos ecossistemas, erosão, assoreamento, tráfego, etc.) e o consumo de recursos (principalmente água e energia). Essas interferências causadas pelo canteiro de obras afetam a sociedade em nível local, incluindo trabalhadores, bairros e ecossistemas, e em nível global, afetando a sociedade como um todo, principalmente em relação à poluição (CARDOSA; ARAÚJO, 2007).

Na definição do padrão da edificação a ser construída, é elaborado um programa de requisitos e, a partir da definição do escopo, é possível identificar os potenciais riscos de impactos ambientais. Uma vez identificados os riscos, é possível planejar alternativas que contemplem as ações de mitigação dos mesmos, buscando intervenções a fim de tentar aumentar seu desempenho socioambiental sem gerar altos custos na fase de implantação. O

Quadro 2 descreve alguns impactos ambientais que podem ocorrer durante a fase de construção (LIMA; LIMA, 2009). Além disso, a **Fig.2** traz exemplos de resíduos da construção civil e demolição.

Quadro 2. Potenciais impactos ambientais na fase de construção (LIMA; LIMA, 2009)

Remoção de edifícios	Geração de grande volume de resíduos quando a estrutura é de concreto armado com acabamento em argamassa.
Supressão da vegetação e erosão	Geração de um processo dinâmico de mudança no ecossistema local, trazendo riscos para a fauna e a flora. Também provoca a exposição dos estratos inferiores que, em geral, são mais suscetíveis à erosão.
Construções temporárias	Riscos à saúde, devido às precárias condições de higiene, e à segurança do trabalhador, devido a potenciais acidentes.
Armazenamento e manuseio de materiais	Contaminação química do solo devido ao armazenamento incorreto e manuseio de materiais.
Circulação e manutenção de equipamentos	Impactos da deterioração da qualidade do ar; poluição sonora, transtornos para a comunidade, alterações nas condições de segurança do bairro.
Consumo e desperdício de recursos	Esgotamento acelerado de depósitos minerais e recursos naturais.
Geração de resíduos	Alto custo e aumento do volume enviado para áreas de descarte.
Qualidade do ar	A não renovação do ar impacta diretamente na saúde do trabalhador, causando desconforto, danos à saúde, sonolência e perda da capacidade de reação, asfixia ou até a morte.

Figura2. Exemplos de resíduos da construção civil e demolição.



Fontes: PBC Today (2020); Dreamstime (2021)

3.5 Construção sustentável

De acordo com a literatura, o ambiente construído é o coração de qualquer economia, fornecendo a infraestrutura necessária para aumentar a produtividade. Contudo,

a maneira como consome os recursos naturais torna-o responsável por algumas das mais graves mudanças ambientais, a nível local e global. A construção sustentável é um processo de construção integrador e holístico que visa restaurar a harmonia entre o ambiente natural e o construído (DANIA; KEHINDE; BALA, 2007).

O Conselho de Gestão Integrada de Resíduos da Califórnia descreveu a “Construção Sustentável” como uma abordagem de construção completa para o projeto e construção que economiza ou reduz recursos em cinco categorias: local, água, energia, materiais e qualidade ambiental. A construção sustentável, de acordo com Watuka & Aligula(2002), também pode ser considerada o conjunto de processos pelos quais uma indústria lucrativa e competitiva entrega ativos construídos: estruturas de construção, infraestrutura de suporte,além de outros fatores como:

- i. Melhorar a qualidade de vida e oferecer satisfação ao cliente;
- ii. Oferecer flexibilidade e potencial para atender às mudanças do usuário no futuro;
- iii. Fornecer e apoiar ambientes naturais e sociais desejáveis;
- iv. Maximizar o uso eficiente de recursos enquanto minimiza o desperdício.

Com base no atual cenário mundial de proteção ao meio ambiente, tem havido uma crescente demanda pela implantação de métodos sustentáveis no setor de construção civil. Isso levou a um grande aumento de edifícios sustentáveis em todo o mundo, incluindo o Brasil. A construção sustentável preocupa-se com o uso racional dos recursos naturais, visto que a indústria da construção civil é uma das atividades humanas que mais impactam o meio ambiente. É responsável por 40% do consumo de recursos naturais, 34% do consumo de água e 55% do consumo de madeira. Há também a preocupação com os resíduos gerados nas obras, que depois são descartados em áreas inadequadas, poluindo as cidades e os ecossistemas (VAZQUEZ *et al.*, 2011).

Em relação aos resíduos sólidos, a problemática não está somente relacionada com a quantidade gerada, mas principalmente com a destinação final, sendo comumente descartados em áreas abertas conhecidas como lixões. Dentre as consequências dessa forma de descarte ao meio ambiente, podemos citar a contaminação tanto do solo quanto dos recursos hídricos. Os lixões se tornaram um grave problema de saúde pública, e surge nesse cenário a necessidade de gerenciar toda a cadeia dos resíduos sólidos (ANDREOLI *et al.*, 2014).

A fim de se diminuir a quantidade de resíduos, é necessário aumentar ao máximo a reutilização e reciclagem, promovendo o correto depósito e tratamento dos mesmos. Para conciliar o desenvolvimento com a proteção do meio ambiente, as ações devem estar relacionadas com os seguintes programas:

- i. Redução ao mínimo a produção dos resíduos;
- ii. Aumento ao máximo da reutilização e reciclagem ambientalmente adequada dos resíduos;
- iii. Promoção do depósito e tratamento ambientalmente adequado dos resíduos;
- iv. Ampliação do alcance dos serviços que se ocupam dos resíduos.

Os RCD são resultantes do processo de construção e demolição. Boa parte do material que entra na obra acaba na forma de entulho. No Brasil são mais de 20 milhões de ton/ano (<https://www.recicli.com.br>; acessado em: 02 jun. 2021). A Fig.3 mostra um esquema para a fabricação do tijolo de entulho, mostrando-se uma forma promissora de se agregar valor a estes resíduos que antes seriam descartados.

Com o passar dos anos, os recursos naturais estão se tornando cada vez mais escassos. Felizmente, existem programas como a teoria dos 5 Rs da sustentabilidade (repensar, reduzir, recusar, reutilizar e reciclar), que têm como objetivo conscientizar as pessoas. A sustentabilidade busca suprir as necessidades da sociedade, mas ao mesmo tempo pensando no futuro dos seus descendentes. Ela engloba a expectativa de crescimento econômico, mas sem provocar a destruição do meio ambiente (SILVA *et al.*, 2017).

Figura 3. Processo básico da fabricação industrial do tijolo de entulho.



Fonte: Recicli – Reciclagem inteligente.

O projeto sustentável na construção civil deve incluir, desde as fases iniciais, uma série de fatores ou dimensões, principiose características específicas. Projetar de maneira sustentável, portanto, é projetar levando em conta a conservação de recursos naturais e a biodiversidade, mas também significacriar espaços agradáveis, saudáveis, viáveis economicamente esensíveisàs necessidades sociais (EDWARDS, 2004).

Uma construção sustentável significa que os princípios de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável são aplicados no ciclo da construção, da extração e beneficiamento dos materiais, passando pelo projeto, execução e utilização de edifícios e sua infra-estrutura, até a sua desconstrução e manejo dos entulhos de construção. É um processo abrangente, cuja intenção é restaurar e manter a harmonia entre o meio natural e o meio construído (BORDEAU, 1999).

A dimensão ambiental ou ecológica da sustentabilidade trata da forma como os indivíduos e grupos sociais vêm e agem sobre a natureza (ZANCHETI, 2004). Pode ser obtida através da racionalização do aporte de recursos, redução do volume de resíduos e da poluição, por meio da conservação e reciclagem de energia e práticas de reciclagem; pesquisas em tecnologias ambientalmente mais adequadas e implementação de políticas de proteção ambiental. Os aspectos ambientais da sustentabilidade requerem que se encontre um equilíbrio entre a proteção do meio ambiente e seus recursos e o uso destes recursos de forma que permitam a continuidade da capacidade de suporte da terra com uma aceitável qualidade de

vida para a humanidade. Para promover a sustentabilidade ecológica ou ambiental é necessário (SACHS, 2000):

- ✚ preservação do potencial do capital natural na sua produção de recursos;
- ✚ limitação do uso dos recursos não renováveis;
- ✚ redução do volume de resíduos e de poluição, por meio da conservação e reciclagem de energia e recursos;
- ✚ intensificação das pesquisas em tecnologia limpa;
- ✚ definição de regras para uma adequada proteção ambiental.

A dimensão tecnológica da sustentabilidade, de acordo com Pearce (2006), é muito importante, pois em uma construção são utilizadas técnicas e tecnologias desde a etapa de extração dos recursos naturais, até a utilização e adaptação aos diferentes espaços da construção. Uma tecnologia voltada para sustentabilidade implica em soluções práticas que permitam alcançar um bom desempenho técnico aliado a um desenvolvimento econômico, humano e social em harmonia com a natureza e com uso de recursos naturais. As tecnologias devem auxiliar contribuir, apoiar a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável e não se contrapor a eles.

4. MATERIALEMÉTODOS

4.1 Descrições da metodologia teórica e prática utilizada no trabalho.

A revisão sistemática da literatura é um dos tipos de revisão que tem como objetivo resumir toda a informação existente sobre um fenômeno de maneira imparcial e completa, feita de maneira formal. Na parte teórica, o plano de trabalho está definido no protocolo de revisão, no qual se inclui:

- i) Identificação da necessidade da revisão;
- ii) Definição das questões de pesquisa que se pretende responder com a revisão;
- iii) Busca de estudos e publicações de referência sobre o tema;
- iv) Seleção do material a ser utilizado;
- vi) Extração e síntese das informações adquiridas;
- vii) Análise crítica dessas informações.

Na parte prática deste estudo, foram utilizados resíduos da construção civil na produção de um suporte para a placa em comemoração aos 10 anos dos Institutos, destacando assim uma forma interessante de se agregar valores a estes resíduos.

4.2 Recursos Materiais

Na parte teórica, as pesquisas e buscas de dados foram realizadas em diferentes plataformas e bibliotecas digitais, possibilitando assim um estudo mais representativo sobre o tema. Foram pesquisadas várias fontes disponíveis, tais como livros, artigos de periódicos, artigos de jornais, registros históricos, relatórios governamentais, teses e dissertações, dentre outros, que assegurarão ao pesquisador as condições necessárias para obter e analisar informações, bem como proporcionar uma maior reflexão e conhecimento acerca do tema abordado. Na parte prática, foram utilizados resíduos da construção civil (ferragens, estribos, arame de amarração, cano pvc, etc.).

Para a produção do suporte para a placa (dimensões da placa: 20,5 cm x 13,5 cm x 2,5 cm), foram utilizados aproximadamente 2.0 kg de resíduo da construção civil, 2.5 kg de areia, 3.0 kg de cimento CP IV e 50 g de bolinhas de isopor, como mostrado na Fig.4.

Figura 4. Materiais utilizados na produção da placa.



A. peneiramento do resíduo da construção civil

B. resíduo da construção civil peneirado

C. 2 kg de areia / 3 kg de cimento / 2 kg de resíduo da construção civil / 50 g de isopor

Fonte: Do autor (2020)

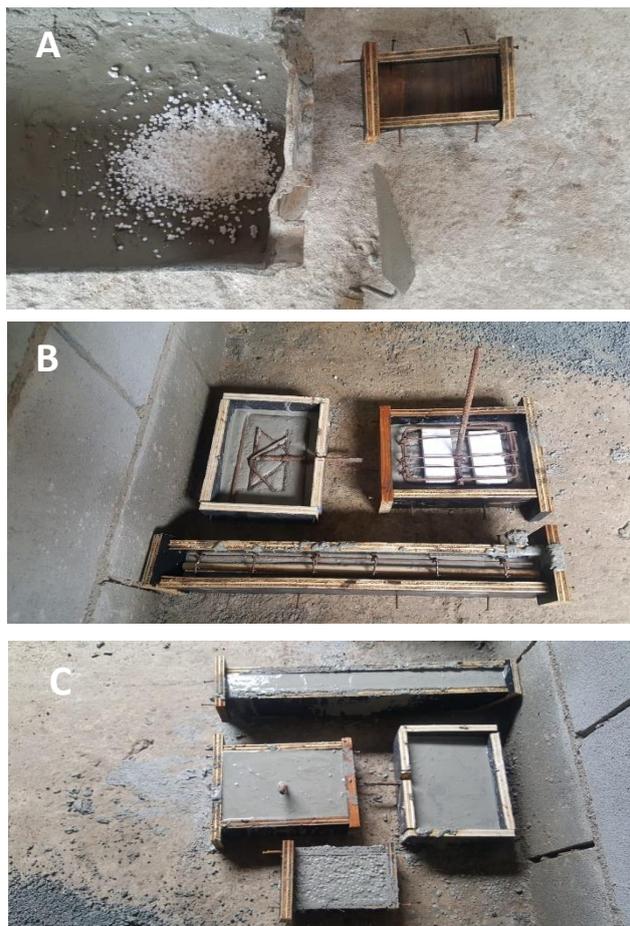
Para a confecção da armação, foram utilizados resíduos da construção civil, tais como: ferragens, estribos, arame de amarração, cano pvc e madeira. Todos os resíduos e materiais citados até agora seriam descartados na caçamba de rejeitos. O cimento e areia utilizados na produção da placa foram doados. A armação utilizada no projeto e o processo de produção da placa comemorativa podem ser observados nas **Fig.5 e 6**, respectivamente.

Figura 5. Armação de ferragens para posterior enchimento com concreto, utilizando estribos, arames, vergalhão e cano de PVC para garantir menor peso.



Fonte: Do autor (2020)

Figura 6. Processo de produção do suporte de fixação da placa.

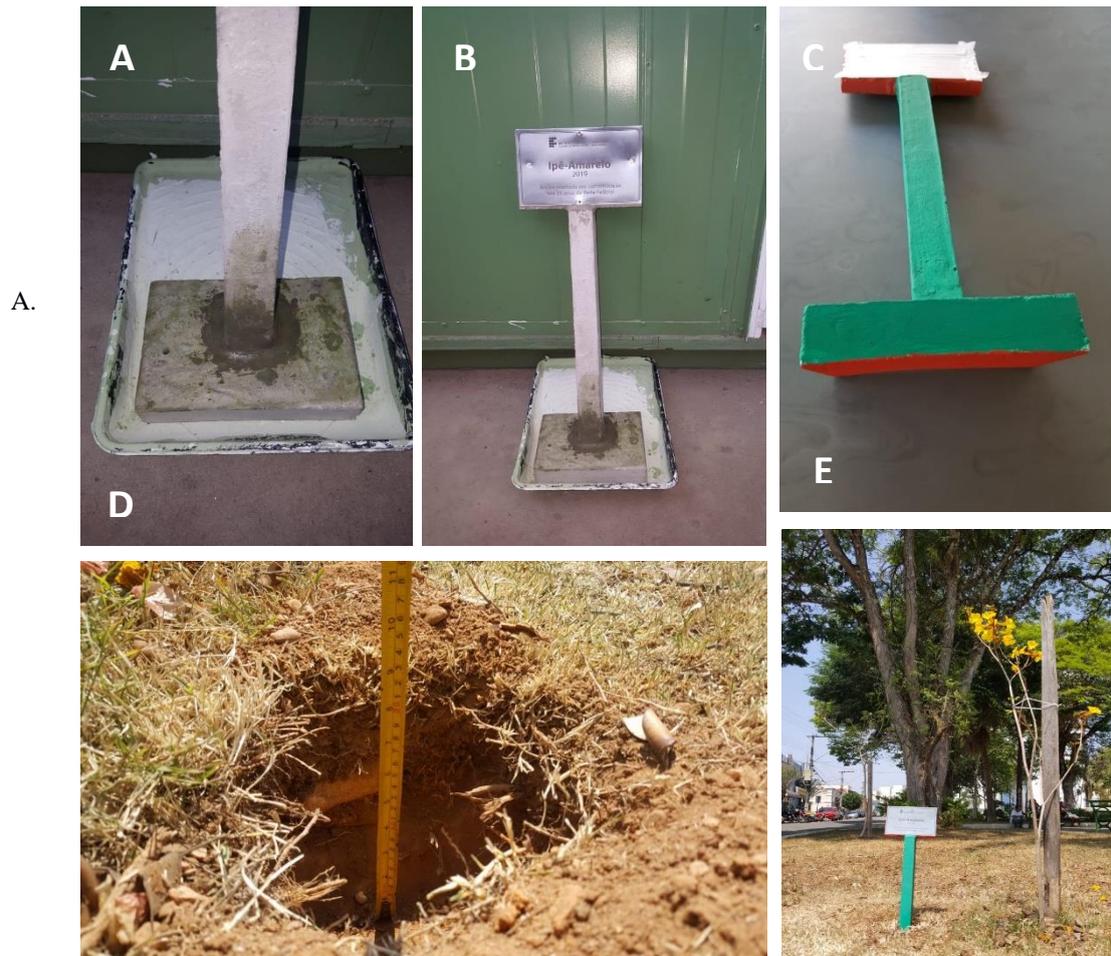


- A. confecção do concreto com a utilização de isopor
- B. armação de ferragens nas formas de madeira de descarte para enchimento
- C. formas cheias com o concreto

Fonte: Do autor (2020)

Para a pintura do suporte da placa comemorativa, foi utilizadas sobras de tinta branca, sendo necessário apenas a compra de duas bisnagas da cor verde e vermelho, em um total de R\$ 7,00. O processo de pintura e instalação da placa pode ser observado na **Fig.7**.

Figura 7. Processo de pintura e instalação da placa comemorativa.



suporte da placa

B. suporte da placa sem pintura

C. suporte da placa após pintura

D. perfuração no solo com 20 cm para instalação do suporte

E. suporte instalado ao lado do Ipê

Fonte: Do autor (2020)

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste projeto, por meio da revisão da literatura e execução da parte prática, percebe-se mais claramente sobre o significado do conceito de sustentabilidade na construção civil. É necessário garantir que durante todo processo (antes, durante e após as construções), sejam feitas ações que reduzam os impactos ambientais, ao mesmo tempo que potencializem a viabilidade econômica e proporcionem uma boa qualidade de vida para as gerações atuais e futuras. A parte prática deste projeto foi inspirada pela comemoração dos 10 anos do Instituto, com a fabricação do suporte de fixação de uma placa comemorativa, usando resíduos da construção civil. A placa foi instalada na Praça Benjamin Guimaraes, em Bom Sucesso – MG, ao lado de um Ipê amarelo (**Fig.8**).

Figura 8. Instalação da placa comemorativa dos 10 anos do Instituto na Praça Benjamin Guimarães, Bom Sucesso – MG.



Fonte: Do autor (2020)

Este projeto permitiu a criação de um suporte para a placa em comemoração aos 10 anos do Instituto. Neste estudo objetivou-se a obtenção de várias características

desejáveis, tais como resistência, alta durabilidade (sem desgastar com a ação do tempo), boa visibilidade, estética e peso reduzido proporcionado pelo uso do isopor. Este estudo ainda trouxe benefícios ao meio ambiente, pois o que iria ser jogado em aterros foi destinado para a confecção do suporte de placa, agregando valor a estes materiais. Destaca-se que, anteriormente, estava prevista a utilização de um suporte de madeira (frequentemente utilizado para essa finalidade madeiras que não são provenientes de reflorestamento). A fim de contribuir com o meio ambiente, foi possível reduzir a emissão de resíduos, bem como evitar a utilização da madeira. Por meio deste estudo, colocamos em prática os conceitos de reutilização, contribuindo ecologicamente e financeiramente, devido ao aproveitamento de resíduos da construção civil.

6 CONCLUSÕES

Por meio da revisão e resultados obtidos a partir do trabalho proposto executado, pode-se concluir que:

- a utilização de resíduos da construção civil possibilita a confecção de diversas utilidades urbanas;
- o suporte de placa desenvolvido no presente trabalho atende às expectativas, com o objetivo de se obter uma boa estética, boa visibilidade e peso reduzido;
- em vários trabalhos revisados, percebe-se a tendência de melhorias no controle dos resíduos, com o objetivo de se agregar valores a estes resíduos para uso em utilidades urbanas;
- pelas conclusões apresentadas, sugere-se para trabalhos futuros a aplicação de um questionário no município ou região, junto aos profissionais que atuam na construção civil, a respeito dos tipos de resíduos mais frequentemente gerados. Por meio deste questionário, será possível criar planos de reutilização destes resíduos, trazendo benefícios ao município ou região.

REFERÊNCIAS

- ANDREOLI, C. V. *et al.* Resíduos Sólidos: origem, classificação e soluções para destinação final adequada. **Coleção Agrinho**, [S.l.]: p. 531–552, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- BORDEAU, L. (org). **Agenda 21 on sustainable construction**. Rotterdam: CIB, 1999. 120p. (CIB Report Publication 237).
- BRASIL. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em: 15 jun. 2021.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 307/2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial**: República Federativa do Brasil: seção 1, Brasília-DF, ano 136, p. 95-96, 2002
- CARDOSA, F. F.; ARAUJO, V. M. “Levantamento do estado da Arte: Canteiro de Obras”. **Tecnologia para Construção Habitacional mais Sustentável**. São Paulo, 2007.
- CHAHUD, E. (org.). **Reciclagem de resíduos para a construção civil**. Fumec/FEA. Belo Horizonte: Universidade Fumec - Faculdade de Engenharia e Arquitetura, 2007.
- DANIA, A. A.; KEHINDE, J. O.; BALA, K. A study of construction material waste management practices by construction firms in Nigeria. *In*: CONFERENCE FOR POSTGRADUATE RESEARCHERS OF THE BUILT AND, 3., 2007. **Annals [...]**. NATURAL ENVIRONMENT, p. 121–129, 2007.
- ECO CIRCUITO. **Legislação de resíduos no Brasil**. 2019. Disponível em: <https://ecocircuito.com.br/legislacao/>. Acesso em: 05 jun. 2021.
- EDWARDS, B. **Guía básica de la sostenibilidad**. Barcelona: Gustavo Gili, 2004.
- HORSLEY, A.; FRANCE, C.; QUARTERMAS, B. ‘Delivering Energy Efficient Buildings: A Design Procedure to Demonstrate Environmental and Economic Benefits’. **Journal of Construction Management and Economics**, v. 21, p. 345, 2003.
- LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. “Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil”. **Série de Publicações temáticas do CREA - PR**, nº 1. Paraná, 2009.
- MARQUES NETO, J. C. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil**. São Carlos- SP: RiMa, 2005.
- MARTINHO, M. G. M.; GONÇALVES, M. G. P. **Gestão de resíduos**. Lisboa: Universidade Aberta, 2000.

NASCIMENTO, V. F. *et al.* Evolução e desafios no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, SP, v. 10, n. 4, p. 889-902, 2015.

PEARCE, A. **The Dimensions of sustainability**: a primer. Disponível em: <http://www.maven.gtri.gatech.edu/sfi/resources/pdf/TR/TR031.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2021.

PINTO, T. P. **Gestão ambiental dos resíduos da construção civil**: a experiência do SindusCon-SP. São Paulo: SindusCon, 2005.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

RIBEIRO, G. C. **Avaliação do Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) no Município de Torres, Rio Grande do Sul**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2013,

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2000.

SILVA, S. *et al.* Os 5R's da Sustentabilidade. *In*: SEMINÁRIO DE JOVENS PESQUISADORES EM ECONOMIA & DESENVOLVIMENTO, 5., 2017, p. 16, 2017.

VAZQUEZ, E. *et al.* Sustainability in civil construction applied in the construction site phase. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v. 144, p. 265–276, 2011.

VIEIRA, A. L. **Propriedades dos microconcretos fabricados com agregados contaminados por resíduos de gesso**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008, 148p.

WATUKA, J.; ALIGULA, E. M. Sustainable Construction Practices in the Kenyan Construction Industry: The Need for a Facilitative Regulatory Environment, Proceedings of the CIB W107. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE: CREATING A SUSTAINABLE CONSTRUCTION INDUSTRY IN DEVELOPING COUNTRIES, 1., 2002, Stellenbosch, South Africa. **Anais** [...]. Stellenbosch, South Africa, 2002.

ZANCHETI, S. M. **Desenvolvimento sustentável urbano**. Pernambuco: UFPE/GECI: Gestão do Patrimônio Cultural, 2004.

ZANTA, V. M.; FERREIRA, C. F. A. Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos. **Resíduos sólidos urbanos**: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. São Carlos, SP: Rima Artes e Textos, 2003. AB de Castilho Júnior (Coordenador).