



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS PARA APROVEITAMENTO DE  
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**Letícia Silva Reis**

**Belo Horizonte - MG  
2023**

**Leticia Silva Reis**

**ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS PARA APROVEITAMENTO DE  
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientador: Prof. Msc. André Luiz Marques Rocha

Belo Horizonte

2023

**LETÍCIA SILVA REIS**

**ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS PARA APROVEITAMENTO DE  
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Ambiental e Sanitarista.

Aprovado em: 15 de junho de 2023

Banca examinadora:



André Luiz Marques Rocha – Presidente da Banca Examinadora  
Prof. MSc. Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET-MG - Orientador



Evandro Carrusca de Oliveira  
Prof. DSc. Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET-MG



Juliana Costa Morais dos Santos  
Eng<sup>a</sup>. Ambiental e Sanitarista – Gerente de Meio Ambiente – EPO

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente sou muito grata a Deus por me dar a oportunidade de chegar até aqui com saúde e por me dar forças para continuar em meio a aflições e dificuldades.

Agradeço aos meus pais, Wanuzza e Sebastião, por todo o apoio e incentivo ao longo de toda a graduação e, principalmente, para que eu conseguisse concluir este trabalho. Ao meu irmão, André, por me auxiliar e apoiar em diversos momentos ao longo da vida e da graduação. À minha sobrinha Melissa por todo o amor, carinho e compreensão. A toda minha família, por estar sempre ao meu lado.

Agradeço à Maria Ângela Maria Lopes pela amizade, carinho e a grande ajuda que foram primordiais que deu início a realização desse sonho.

Ao Thales, obrigado por todo cuidado, carinho, amor e amizade, por me ouvir e me apoiar, por estar sempre presente, me ajudar a superar cada desafio e acreditar em mim.

Aos meus companheiros do CEFET-MG, que ao longo da caminhada me proporcionaram momentos de felicidade e apoio nos momentos de tristeza, em especial: Júlia, Daniel, Deborah, Gabriel, Lina, Sarah, Vitor, Fábio, Isabela, Luciana, Rafaela, Raquel e Magno.

Agradeço também a empresa júnior Horizonte Consultoria Ambiental por todo conhecimento ofertado, pela oportunidade e por me dar base para inserção no mercado de trabalho.

Ao CEFET-MG pelo ensino público de qualidade e aos excelentes profissionais que o compõe. Em especial, agradeço ao meu orientador, André Luiz Marques Rocha por todo apoio, disponibilidade e sugestões durante o desenvolvimento do trabalho.

Agradeço a EPO pela oportunidade e pela documentação disponibilizada para subsidiar este trabalho e aos meus companheiros de trabalho, que sempre me apoiaram, em especial: Juliana Santos e Thayane.

Obrigado a todos que, mesmo não citados, de alguma forma fizeram parte!

## RESUMO

REIS, LETÍCIA SILVA. **Alternativas Sustentáveis para Aproveitamento de Resíduos da Construção Civil**. 2023. 53p. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

A construção civil é uma das atividades mais antigas, principais e necessárias do mundo, movimentando a economia, concedendo empregos, utilizando matéria prima, emitindo CO<sub>2</sub> e gerando resíduos. Dessa forma, a construção traz alinhado impactos positivos para os seres humanos e negativos para o meio ambiente através da sua intervenção e posteriormente na disposição final dos resíduos gerados, onde grande parte desses resíduos são dispostos em aterros. Por conseguinte, o presente trabalho teve como objetivo quantificar, especificar e avaliar a destinação final e assim propôr alternativas sustentáveis para os resíduos sólidos de construção civil da obra Prisma. O edifício possui fins comerciais com lojas diversas e escritórios, totalizando 21.786,23 m<sup>2</sup> em área construída. Foram analisados os resíduos gerados no Prisma, através de dados internos da empresa EPO. No estudo realizado, foi verificado 1.731 toneladas de entulho o que representa 89,31% do total de resíduos gerados na obra. Apesar desse resíduo apresentar grande capacidade de reutilização, o mesmo é disposto no aterro. A partir disso, ficou evidenciado a necessidade de mudanças no método construtivo. No Brasil, já se encontra práticas sustentáveis de aplicação da logística reversa que podem ser aplicados no entulho que é o principal resíduo gerado na obra. Portanto, foi verificado que ao aplicar essas alternativas, é possível diminuir gastos com mão de obra, matéria-prima, transporte e disposição dos resíduos gerados na obra justificando sua viabilidade econômica e ambiental.

Palavras-Chave: Resíduos Sólidos; Construção Civil; Sustentabilidade.

## ABSTRACT

REIS, LETÍCIA SILVA. **Alternativas Sustentáveis para Aproveitamento de Resíduos da Construção Civil**. 2023. 53p. Undergraduate thesis (Environmental and Sanitary Engineering) - Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

Civil construction is one of the oldest, main and necessary activities in the world, moving the economy, providing jobs, using raw materials, emitting CO<sub>2</sub> and generating waste. In this way, the construction brings aligned positive impacts for human beings and negative impacts for the environment through its intervention and later in the final disposal of the generated waste, where a large part of this waste is disposed of in landfills. Therefore, the present work aimed to quantify, specify and evaluate the final destination and thus propose sustainable alternatives for the solid waste from civil construction of the Prisma work. The building has commercial purposes with various stores and offices, totaling 21,786.23 m<sup>2</sup> in built area. Waste generated in Prisma was analyzed using internal data from the EPO company. In the study carried out, 1,731 tons of rubble were verified, which represents 89.31% of the total waste generated at the work. Although this waste has a great capacity for reuse, it is disposed of in landfills. From this, the need for changes in the constructive method became evident. In Brazil, there are already sustainable practices for the application of reverse logistics that can be applied to the rubble that is the main waste generated in the work. Therefore, it was verified that when applying these alternatives, it is possible to reduce expenses with labor, raw materials, transport and disposal of waste generated in the work, justifying its economic and environmental viability.

Keywords: Solid Waste; Construction; Sustainability.

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.</b>	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2.</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>3.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1.</b>	<b>Contexto Histórico.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2.</b>	<b>Definições.....</b>	<b>14</b>
<b>3.3.</b>	<b>Disposição de Resíduos.....</b>	<b>15</b>
<b>3.4.</b>	<b>Resíduos de Construção e Demolição – RCD.....</b>	<b>16</b>
<b>3.5.</b>	<b>Impactos Ambientais.....</b>	<b>19</b>
<b>3.6.</b>	<b>Usos Alternativos dos Resíduos de Construção e Demolição .....</b>	<b>20</b>
<b>3.7.</b>	<b>Alternativas Sustentáveis Aplicadas no Brasil.....</b>	<b>26</b>
<b>3.7.1.</b>	<i>Mudança de Bloco Cerâmico para Bloco de Concreto.....</i>	<i>26</i>
<b>3.7.2.</b>	<i>Mudança de Bloco Cerâmico para Bloco Ecológico .....</i>	<i>27</i>
<b>3.8.</b>	<b>Normas Brasileiras .....</b>	<b>29</b>
<b>4.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>31</b>
<b>4.1.</b>	<b>Etapas de Pesquisa .....</b>	<b>31</b>
<b>4.2.</b>	<b>Área de Estudo.....</b>	<b>32</b>
<b>4.3.</b>	<b>Análise da Especificidade dos Resíduos Gerados .....</b>	<b>34</b>
<b>4.4.</b>	<b>Cálculo dos Resíduos Gerados .....</b>	<b>36</b>
<b>4.5.</b>	<b>Avaliação da Destinação dos Resíduos Gerados.....</b>	<b>37</b>
<b>4.6.</b>	<b>Sugestão de Alternativas Sustentáveis para os Resíduos Gerados .....</b>	<b>38</b>
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>39</b>
<b>5.1.</b>	<b>Cálculo dos Resíduos Gerados .....</b>	<b>39</b>
<b>5.2.</b>	<b>Análise da Especificidade dos Resíduos Gerados .....</b>	<b>40</b>
<b>5.3.</b>	<b>Avaliação da Destinação dos Resíduos Gerados.....</b>	<b>41</b>
<b>5.4.</b>	<b>Alternativas Sustentáveis para os Resíduos Sólidos Gerados .....</b>	<b>42</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>44</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>45</b>
<b>8.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>46</b>
	<b>ANEXO A – Termo de autorização para divulgação de informações de empresas.....</b>	<b>53</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Fluxo dos materiais no processo da construção e demolição civil.....	12
Figura 3.1 – Representação do Aterro Sanitário.....	16
Figura 3.2 – Percentagem de disposição adequada e inadequada de resíduos sólidos urbanos.....	19
Figura 3.3 – Exemplo de usina fixa.....	21
Figura 3.4 – Exemplo de usina móvel.....	21
Figura 3.5 – Agregados naturais.....	22
Figura 3.6 – Agregados reciclados.....	22
Figura 3.7 – Aplicação de graute para compor pilares da área de vivência.....	24
Figura 3.8 – Agregado reciclado utilizado para regularizar vias de acesso.....	24
Figura 3.9 – Ecoblobo produzido a partir de agregado reciclado.....	25
Figura 3.10 – Muro produzido de blocos feitos de agregado reciclado.....	25
Figura 3.11 – Processo de reaproveitamento do resíduo gerado através de alvenaria em bloco de concreto.....	26
Figura 3.12 – Processo de fabricação do bloco ecológico.....	27
Figura 3.13 – Variedades de formatos e furos de tijolos solo-cimento.....	28
Figura 4.1 – Fluxograma ilustrativo representando as etapas de pesquisa.....	31
Figura 4.2 – Sede da construtora EPO localizada em Belo Horizonte.....	32
Figura 4.3 – Imagem ilustrativa representando a expectativa futura da obra Prisma.....	33
Figura 4.4 – Empreendimento Prisma – EPO, finalizado.....	33
Figura 4.5 – Baias de segregação de resíduos sólidos na obra Prisma - EPO.....	34
Figura 4.6 – Baias de segregação de resíduos de madeira na obra Prisma - EPO.....	35
Figura 4.7 – Caçamba de entulho da obra Prisma - EPO.....	35
Figura 4.8 – Imagem ilustrativa representando a cadeia percorrida pelos resíduos.....	38
Figura 5.1 – Gráfico representativo de tipos de resíduos sólidos retirados na obra Prisma - EPO.....	40
Figura 5.2 – Gráfico representativo de tipos de destinação final para os resíduos sólidos retirados na obra Prisma - EPO.....	41

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 3.1 – Classificação, tipologia e descrição dos resíduos sólidos.....	18
Tabela 3.2 – Número de municípios por tipo de disposição final adotada.....	20
Tabela 5.1 – Classificação, tipologia e descrição dos resíduos sólidos e quantidade de resíduos gerados na obra Prisma – EPO.....	39
Tabela 5.2 – Destinação, código e quantidade de resíduos sólidos da obra Prisma – EPO.....	42

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição
- ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
- CAGED - Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
- CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono ou Gás Carbônico
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental
- EPO - Engenharia, Planejamento e Obras
- FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- Mpa – Mega Pascal
- MTR – Manifesto de Transporte de Resíduos
- NBR – Norma Brasileira
- ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
- ONU – Organização das Nações Unidas
- PGRCC – Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
- PIB – Produto Interno Bruto
- PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos
- RCC – Resíduos da Construção Civil
- RCD – Resíduos de Construção e Demolição
- RSU – Resíduos Sólidos Urbanos
- SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil é reconhecida como uma das atividades mais antigas do cotidiano dos seres humanos (HEDRE, 2010). Através do crescimento populacional junto ao desenvolvimento industrial, houve uma ampliação no consumo de recursos naturais, além de ampliar a geração de resíduos sólidos, principalmente os que não se decompõem com facilidade no meio ambiente (SANTOS et al., 2012).

Segundo o Cadastro Geral de Empregados e Desempregados – CAGED (2022), até o final de julho de 2022, a construção civil empregava cerca de 2.524.773 trabalhadores com carteira assinada no Brasil. Isso representa pouco mais de 1% da população brasileira, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022).

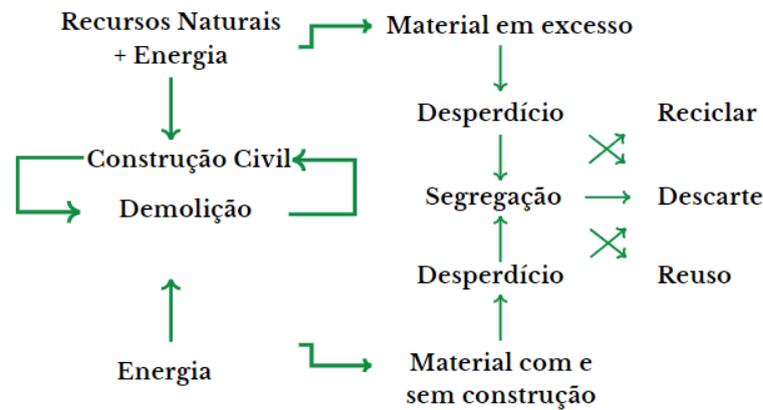
De acordo com o IBGE (2022), a construção civil possui uma grande influência no Produto Interno Bruto – PIB do Brasil. É importante ressaltar que em 2020, em plena pandemia da COVID-19, a construção civil não paralisou suas atividades e o país contava com 131.809 empresas deste segmento, que empregavam 2,0 milhões de pessoas. Já no ano de 2019, houve um aumento de pessoas ocupadas em 3,8% e apurou-se um crescimento de empresas em 5,4%.

Dentre os diversos setores da construção, o setor de infraestrutura foi o que apresentou maior crescimento na geração de empregos com acréscimo de 10,9% em números de pessoas ocupadas. O setor de serviços especializados caiu 3,3% em ocupação. Corroborando o que foi descrito a respeito do setor de infraestrutura 37,1% dos 58,7 bilhões pagos pela construção em salários, retiradas e demais remunerações, foi deste setor (IBGE, 2022).

A atividade da construção civil é identificada como uma das mais importantes para o desenvolvimento social e econômico, mas atrelado ao desenvolvimento gera impactos ambientais, seja pelo consumo de recursos naturais, modificação da paisagem ou geração de resíduos (SANTOS et al., 2012).

Assim, é possível perceber a importância do setor, com expressiva atividade, que traz alinhada uma geração de resíduos colossal, produzindo por dia, milhões de toneladas de resíduos inorgânicos em todo planeta Terra (CAMPOS et al., 2007). O fluxo dos materiais no processo de construção e demolição, apresentado na Figura 1.1 exemplifica esta realidade.

**Figura 1.1** – Fluxo dos materiais no processo da construção e demolição civil.



Fonte: Meireles et al. (2022), adaptado.

A Organização das Nações Unidas – ONU criou 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, com a finalidade de acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. (ONU, 2023).

Dessa forma, se faz necessário apresentar uma proposta viável e eficiente de implantação e execução de uma sistemática de monitoramento de resíduos gerados nas obras da construção. Em um programa de gerenciamento de resíduos os objetivos principais são o acompanhamento da geração, a segregação, o transporte e a destinação adequada.

Portanto, este trabalho visa analisar a quantidade, a especificidade e a disposição final mais tecnicamente adequada dos resíduos gerados na obra citada e, com isso, propor alternativas sustentáveis para os mesmos.

Dentre as alternativas sustentáveis, temos a NBR 15116:2004 que estabelece requisitos para o uso de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil (ABNT, 2004b).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Propor alternativas para a utilização sustentável dos resíduos sólidos da construção civil gerado na obra Prisma da construtora EPO, localizada em Belo Horizonte – Minas Gerais, por meio de bases de dados coletados a partir do Sistema de Controle de Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR, da Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM/MG.

### **2.2. Objetivos Específicos**

Como objetivos específicos, esse trabalho visou:

- Calcular a quantidade de resíduos sólidos gerados.
- Analisar a especificidade dos resíduos sólidos gerados.
- Avaliar a destinação dos resíduos sólidos.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Contexto Histórico**

A construção civil sempre apresentou como características uma carência de qualidade em seus produtos e um estilo altamente esbanjador. Apesar de ser uma das tarefas dos gestores uma busca constante por otimizar insumos e recursos e conseqüentemente, minimizar perdas, os resíduos da construção, muitas vezes não foram considerados uma questão importante na equação dos orçamentos (ZORDAN, 1997).

O Brasil alavancou a consciência do real problema dos resíduos sólidos da construção civil tardiamente, o que causou danos irreversíveis ao meio ambiente. O conceito de construção sustentável foi pleiteado nas pautas da Agenda 21, que buscava formas de construções que apresentassem menos prejuízos à natureza. Dessa forma, a inquietação e a busca pela reutilização dos resíduos de todas as classes é recente, ao contrário dos países desenvolvidos (SANTO et al., 2014).

Além dos impactos negativos obtidos na paisagem, que podem resultar em áreas degradadas, para a obtenção de matéria-prima, a fabricação de materiais de construção também provoca danos. Como exemplo, a indústria cimenteira, que no território brasileiro é responsável pela emissão de mais de 6% do total de CO<sub>2</sub> gerado (ROTH; GARCIAS, 2009).

Dessa forma, é possível analisar que a geração de resíduos sólidos, decorrente do desenvolvimento e das atividades no Brasil, teve um aumento expressivo através do uso excessivo de insumos e do crescimento contínuo dos centros urbanos, o que tornou necessário a reciclagem, o tratamento e a destinação correta desses resíduos (DAI- PRÁ et al., 2018).

#### **3.2. Definições**

Resíduos sólidos são materiais que não são utilizados por seu detentor e que o mesmo não se interessa por sua reutilização e sim por se desfazer deles. Entende-se por resíduos elementos resultantes das atividades dos seres humanos e dos animais, geralmente em estado sólido, sem utilização ou indesejáveis, mas que podem possuir valoração e podem ser reciclados (RUSSO, 2003). Em contrapartida, os rejeitos são os resíduos sólidos que não podem ser reutilizados ou reciclados e não possuem nenhum valor econômico (CHOAIRY, 2016).

Os agregados reciclados oriundos de resíduos de concreto da construção civil são adquiridos pela britagem de fragmentos de materiais minerais e sólidos de concretos, obtidos através da

demolição de estruturas, assim como concretos frescos, endurecidos e rejeitados (LEVY, 2001).

A logística reversa consiste em procedimentos que apresentam obrigatoriedade para o fornecedor de produtos, mesmo depois do pós-venda, de retornar o produto e/ou embalagem para o ciclo produtivo, seja os produtos que apresentam algum vício que comprometam seu funcionamento ou o fim para o qual se destinam. Dessa forma, o objetivo é agregar valor a esse produto que retornou, seja através do remanufaturamento, substituição de peças, reciclagem da matéria-prima utilizada ou mesmo a disposição final ambientalmente adequada (CHOAIRY, 2016).

A coleta seletiva equivale a segregação e coleta de materiais recicláveis, sendo uma peça importante para a gestão integrada dos resíduos sólidos, visto que reduz a quantidade de resíduos a serem alocados em aterros sanitários, controlados e lixões (CHOAIRY, 2016).

### **3.3. Disposição de Resíduos**

Com a finalidade de reduzir a geração dos resíduos, foi criada a cultura dos 3Rs, onde temos: Reciclagem que é uma mescla de técnicas cuja objetivo, é aproveitar resíduos e rejeitos gerados na produção dos materiais e consumo dos mesmos, através da reintrodução dos materiais no ciclo de produção. Já reduzir é consumir menos e gerar menos resíduos. Por fim, reutilizar que consiste em utilizar um objeto ou material que pode ou não ter sido criado para esse fim, ou que já foi usado anteriormente (SOUZA, 2010).

A compostagem é uma destinação para os resíduos sólidos orgânicos. Porém, em grande escala necessita de uma grande área para a instalação de equipamentos, bem como rigoroso manuseio. (CHOAIRY, 2016).

A incineração é considerada como um tratamento adequado para resíduos sólidos perigosos, como os resíduos sólidos da saúde e resíduos com alta toxicidade (CHOAIRY, 2016).

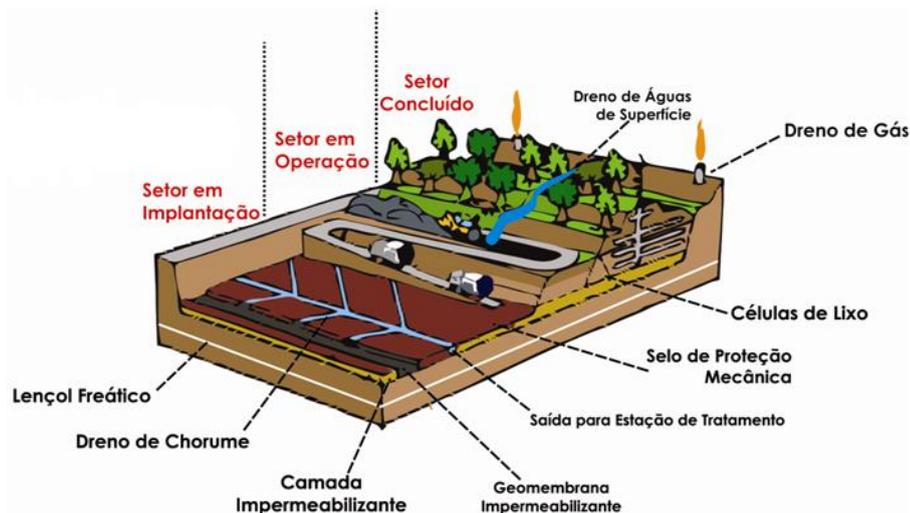
A Deliberação Normativa COPAM 244/2022, define como aterro sanitário a:

Técnica adequada de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais, que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de

terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário. (MINAS GERAIS, 2022)

Conforme citado anteriormente, atualmente, o aterro sanitário é a técnica mais adequada de disposição de resíduos sólidos. Além disso, visa melhores desempenhos ambientais, pode-se observar na Figura 3.1, o contexto funcional do aterro sanitário.

**Figura 3.1** – Representação do Aterro Sanitário.



Fonte: Alagoas (2022?).

Existem também outras disposições finais que não são ambientalmente corretas, que são o aterro controlado e o lixão, sendo o último o pior para a natureza. Os problemas derivados dos lixões, alteram o meio físico (causando contaminação do solo); o meio biótico (diminuindo a biota do solo) e o meio antrópico (onde temos alteração da paisagem, causando poluição visual). É expressável os efeitos negativos do lixão, tornando assim necessário utilizar disposição final adequada e oferecer conhecimento para a população através de educação ambiental da opção ambientalmente favorável (OLIVEIRA, 2016).

### 3.4. Resíduos de Construção e Demolição – RCD

Com base em dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública – ABRELPE, em 2021 foram coletados resíduos de construção e demolição – RCDs 46.997.400 t/ano, o que resulta em 221,19 kg/hab/ano. De todos esses resíduos gerados, o sudeste brasileiro gerou 24.496.975 t/ano, que é pouco mais de 52% do total de RCDs coletados (ABRELPE, 2022). Em Belo Horizonte, é gerado cerca de 700 t/dia, sendo assim, em um ano é gerado aproximadamente 255.500 t/ano (BELO HORIZONTE, 2021).

De acordo com Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2021), em 2020 Minas Gerais gerou cerca de 2.491.272 toneladas de resíduos sólidos da construção civil em todo o estado. Apenas em Belo Horizonte foi coletado cerca de 61.092 toneladas, essa quantidade equivale a aproximadamente 17.454 caçambas de 5m<sup>3</sup>. Dessa forma, é possível perceber a necessidade de controle e políticas para minimizar esses impactos (BRASIL, 2021).

O Brasil, possui legislação específica referente aos resíduos sólidos, denominada por Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), essa Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, dispõe sobre princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os resíduos perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis, sendo regulamentada pelo Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010, que estabelece normas para execução de que trata a PNRS (SILVA et al., 2015).

Além da PNRS, existem outras resoluções que se aplicam aos resíduos sólidos, como a Resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, alterada pelas Resoluções nº 348, nº 431 e nº 448. A Resolução CONAMA N° 307, estabelece a gestão dos Resíduos da Construção Civil – RCC no país, com critérios, diretrizes, procedimentos e apresenta responsabilidades e deveres a serem seguidos pelos municípios quanto ao gerenciamento destes resíduos. Assim, o Gerenciamento de RCC, constitui-se como um instrumento para minimização dos danos ambientais advindos do setor em questão (SILVA et al., 2015).

A Resolução CONAMA 307/2002, classifica os resíduos da construção civil – RCDs da seguinte forma:

Resíduos da construção civil são: os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. (BRASIL, 2002)

A NBR 10.004/2004, classifica os resíduos sólidos e essa classificação se baseia na identificação do processo ou atividade daquilo que foi gerado, de seus constituintes e características, e o paralelo destes constituintes com relação de resíduos e elementos é conhecido no impacto causado à saúde e ao meio ambiente. Além de conter a separação dos

resíduos na fonte geradora e a identificação da sua origem são partes integrantes dos laudos de classificação, a descrição de matérias-primas, de insumos e do processo no qual os resíduos foram gerados e devem ser explicitados. E por fim, a identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização dos resíduos, que devem ser estabelecidas de acordo com as matérias-primas, os insumos e os devidos processos que lhes deu origem (ABNT, 2004a).

Na Tabela 3.1, são apresentadas as principais descrições, tipologias e as classificações dos resíduos, extraídos da Resolução CONAMA 307/2002 (BRASIL, 2002) e da NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004a).

**Tabela 3.1 – Classificação, tipologia e descrição dos resíduos sólidos.**

ABNT	CONAMA	Tipo de Resíduo	Descrição
II-A	C	Orgânicos	Resíduo igual ao domiciliar: refeitório, áreas de vivência, escritório e sanitários.
II-A	C	Vegetação	Troncos, galhos de poda ou supressão de vegetação.
II-B	A	Solo	Terra.
II-B	A	Concreto/Cerâmico	Entulho (concreto, massa, entulho de demolição, etc).
II-A	C	Sacaria	Lixo de obra não reciclável: Todos os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação (sacaria, manta geotêxtil, tapume pintado ou envernizado, caixa de mistura de massa, etc).
II-B	B	Madeira	Aparas de carpintaria, madeirite, serragem.
II-B	B	Metal	Aparas de ferragem (aço) e de alumínio (esquadria), pregos, arames, fios.
II-B	B	Papel	Papel, papelão.
II-B	B	Plástico	Plásticos, PVC / isopor para reutilização.
II-B	B	Vidro	Todos, exceto lâmpadas fluorescentes.
II-B	B	Gesso	Gesso.
I	D	Resíduo perigoso	EPIs usados, tintas (a base de água ou não), vernizes, solventes, pincéis, óleos e graxas, mangueira de cabo de protensão, amianto, pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes.

Fonte: Brasil (2002); ABNT (2004a), adaptado.

Já no âmbito de Minas Gerais, há a Lei Estadual nº 18.031 de 12/01/2009 que Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Essa legislação traz consigo a definição de logística reversa e objetiva promover, incentivar e estimular os usos de materiais reciclados e acalorar ações e procedimentos para que haja restituição dos resíduos sólidos para que sejam tratados ou reaproveitados em seu próprio ciclo produtivo ou no ciclo produtivo de outros produtos (MINAS GERAIS, 2009).

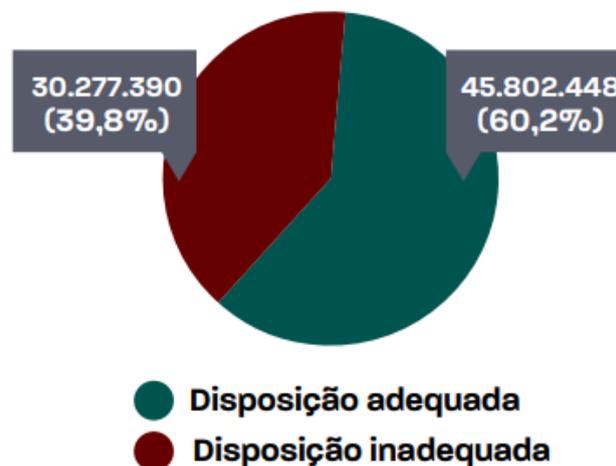
### 3.5. Impactos Ambientais

A sociedade através de várias atividades gera resíduos sólidos que acarretam riscos à saúde da população, causam degradação no meio ambiente e prejudicam os cenários sociais, administrativos e econômicos implicados no certame (SIQUEIRA; MORAES, 2009).

Quando a destinação final do lixo urbano é feita de forma incorreta provoca a poluição do solo, das águas e do ar. Fenômenos naturais como a lixiviação, percolação, arrastamento, solução e outros causam a poluição das águas. Com relação à poluição do ar resíduos gasosos e segmentados expedidos para o ambiente resultante das diversas ações humanas, podendo ser conceituado como lixo (SIQUEIRA; MORAES, 2009).

No ano de 2020, no Brasil, mais de 60% dos RSU coletados representados por 46 milhões de toneladas foram destinados de forma adequada em aterros sanitários. Em contrapartida, os quase 40% restantes do total de resíduos que foram coletados foram destinados de forma inadequada para áreas de lixões e aterros controlados que ainda se encontram em atividade no país, como pode ser observado na Figura 3.2 (ABRELPE, 2021).

**Figura 3.2** – Percentagem de disposição adequada e inadequada de resíduos sólidos urbanos.



Fonte: ABRELPE (2022).

Contudo, mesmo conhecendo os efeitos negativos das disposições inadequadas dos resíduos, de 5.570 municípios do Brasil, 2.868 municípios utilizam desse destino final para seus resíduos. As regiões mais críticas são norte, nordeste e centro oeste, destes, são mais de 78%, 71% e 63% municípios por região respectivamente, conforme é observado na Tabela 3.2 (ABRELPE, 2021).

**Tabela 3.2** – Número de municípios por tipo de disposição final adotada.

Regiões	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Brasil
<b>Adequada</b>	96	511	172	862	1.061	2.702
<b>Inadequada</b>	354	1.283	295	806	130	2.868
<b>Total</b>	450	1.794	467	1.668	1.191	5.570

Fonte: ABRELPE (2022).

### 3.6. Usos Alternativos dos Resíduos de Construção e Demolição

Nas obras do Brasil existem um processo onde se aproveita as aparas de materiais, dentre eles papel, plástico, uma parte da madeira utilizada e material de composição metálica que possuem valor econômico e são encontrados em quantidades menores nos resíduos sólidos de construção civil (PINTO, 1999).

A quantidade de demolições no Brasil é irrisória e os resíduos da construção são dominantes. Fato este se comprova na pequena quantidade de material concreto e de alvenaria que aparecem nas formações do resíduo. A quantidade predominante no resíduo é de argamassa e concreto que equivale a 53% e juntamente com rochas naturais e material cerâmicos totalizam aproximadamente 72% do total, o que se conclui que 72% do resíduo pode originar agregados com grande possibilidade de serem reciclados (LEITE, 2001).

A disposição ambientalmente apropriada para destinar os resíduos da construção civil são as usinas de reciclagem. Desde 1986, no Brasil, encontram-se usinas de reciclagem, porém estas usinas aumentaram de forma significativa após a criação da resolução CONAMA 307 de 2002 (FECOMERCIO SP, 2016).

A reciclagem de entulho consiste em transformar os resíduos da construção civil em agregados reciclados, com capacidade de substituir a areia e a brita em componentes da construção civil que não possuem função básica de estrutura (BELO HORIZONTE, 2021).

As Usinas Fixas (Figura 3.4), são criadas em terreno que possuem variação baseada no volume de processamento. Elas atendem de forma específica um determinado tipo de mercado sendo ele o da construção de prédios residenciais e ou comerciais, que são responsáveis por produzir um pequeno volume de resíduos num extenso período de tempo, o que não torna possível a reciclagem dos resíduos no ambiente da obra. As Usinas Fixas são propensas a ter um peneiramento em várias granulometrias (PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS, 2022?).

**Figura 3.3** – Exemplo de usina fixa.



Fonte: Belo Horizonte (2021)

As Usinas Móveis (Figura 3.5), são formadas por 03 itens: um caminhão, uma britadeira móvel e uma peneira rotatória móvel que usualmente é presa no caminhão como reboque. Estas usinas operam em demolições de obras de dimensão média e grande, ou em obra de infraestrutura preparada para reciclar o resíduo agregado no local em que é gerado, atendendo exclusivamente o mercado primário (PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS, 2022?).

**Figura 3.4** – Exemplo de usina móvel.



Fonte: Portal de Resíduos Sólidos (2022?)

No Brasil, em 2019, foi previsto que o total de usinas se aproxime de 360 unidades de reciclagem. As usinas Fixas e Móveis são os dois tipos mais comuns de usinas de reciclagem de RCD. Aproximadamente 2/3 das usinas brasileiras catalogadas são fixas e 1/3 são móveis. É válido ressaltar que não são todas as usinas móveis que se dedicam de forma exclusiva em produzir agregados reciclados, pois muitas atuam em outras frentes como pedreiras, produzindo agregados naturais e podem operar de forma esporádica (ABRECON, 2022).

Apesar da capacidade máxima de produção das usinas está em crescimento aumentando de 42 para 50 milhões de toneladas por ano, no Brasil, a produção de agregados reciclados varia entre 16 e 21 milhões de toneladas (ABRECON, 2022).

Ainda que o país esteja num momento de crise econômica é significativa a quantidade de agregados reciclados que as usinas de reciclagem produzem com capacidade de processar, nos últimos anos, 48% do resíduo produzido (ABRECON, 2022).

Com relação à região Sudeste, do resíduo gerado, as usinas têm capacidade de processar 70% com uma produção aproximada de agregados reciclados de 10,8 Mt de agregados por ano (ABRECON, 2022).

O agregado proveniente de reciclagem de entulho pode ser utilizado no lugar do agregado natural de pedreira ou porto de areia, na Figura 3.6 e Figura 3.7, é possível observar a similaridade entre os materiais. Material este produzido por usinas de reciclagem de entulho num montante de 25 milhões de m<sup>3</sup>. Infelizmente, o país recicla só 16% de todo o resíduo da construção gerado (ABRECON, 2021).

**Figura 3.5** – Agregados naturais.



Fonte: Mello et al. (2017)

**Figura 3.6** – Agregados reciclados.



Fonte: Mello et al. (2017)

Das usinas de reciclagem de RCD localizadas nas Regiões Metropolitanas e em cidades que possuem população acima de cem mil habitantes, 82% são microempresas, possuem entre 5 e 20 funcionários e recebem aproximadamente, por mês, 2000 m<sup>3</sup> de RCD (ABRECON, 2021).

Embora os dados acima sejam positivos muito há que se avançar pois mais da metade dos resíduos de construção e demolição (RCD), no Brasil, ainda são descartados clandestinamente e de forma inadequada (ABRECON, 2021).

Em Belo Horizonte a execução acontece nas Estações de Reciclagem da Prefeitura, onde caminhões e caçambas são utilizados para transportar os resíduos de construção e demolição que os grandes geradores produzem. Nos dias de hoje, a cidade possui duas estações: uma na Pampulha constituída em 1996 e outra na BR-040 que foi estabelecida em 2006 (BELO HORIZONTE, 2021).

As estações estão situadas em terrenos públicos com o mínimo de 6 mil m<sup>2</sup> de área, cercadas e com pontos estratégicos de aspersão de água com a finalidade de diminuir o excesso de poeira. Com o objetivo de diminuir o barulho as calhas dos equipamentos britadores são envoltas de borracha e as pás-carregadeiras possuem silenciadores. Para receber os resíduos transportados por caminhões e caçambas estas unidades exigem que sejam entregues com no máximo 10% de materiais como metal, plástico, papel, dentre outros sem gesso, amianto, matéria orgânica e terra (BELO HORIZONTE, 2021).

Para alguns usos dos materiais como agregados reciclados na obra já utilizados, pode ser produzido graute de 16 MPa para compor pilaretes da área de convivência do canteiro, conforme a Figura 3.8. Já os agregados miúdos e graúdos reciclados foram utilizados na regularização de vias de acesso do canteiro de obras, onde seria utilizado agregado natural, conforme a Figura 3.9 (EVANGELISTA et al., 2010).

**Figura 3.7** – Aplicação de graute para compor pilares da área de vivência.



Fonte: Evangelista et al. (2010)

**Figura 3.8** – Agregado reciclado utilizado para regularizar vias de acesso.



Fonte: Evangelista et al. (2010)

Além disso, os agregados reciclados podem ser utilizados para fabricação de ecoblocos (Figura 3.10) e serem dispostos em muro de contenção de encostas (Figura 3.11) (MINAS GERAIS, 2009).

**Figura 3.9** – Ecoblobo produzido a partir de agregado reciclado.



Fonte: MINAS GERAIS (2009)

**Figura 3.10** – Muro produzido de blocos feitos de agregado reciclado.



Fonte: MINAS GERAIS (2009)

Diante do exposto conclui-se que a utilização correta do agregado reciclado possui vasta aplicação e ampla utilidade, agregando valor econômico, contribuindo para a utilização sustentável e preservação do ambiente.

### 3.7. Alternativas Sustentáveis Aplicadas no Brasil

#### 3.7.1. Mudança de Bloco Cerâmico para Bloco de Concreto

A Pontal Engenharia (2023?), empresa de construção civil da cidade de Goiânia em Goiás, mudou o conceito de construção. A empresa possui a visão “Ser referência em sustentabilidade e qualidade na construção civil.”, dessa forma, está em constante busca de alternativas e métodos sustentáveis para construção e desenvolveram o projeto intitulado “Projeto Produção Mais Limpa e Sustentável com Resíduo Zero”.

Com o objetivo traçado de minimizar a geração e o descarte de resíduos classe A (entulho de construção), a empresa repensou seu método construtivo, substituindo a alvenaria de vedação convencional com bloco cerâmico para alvenaria em bloco de concreto fabricado na obra a partir do aproveitamento dos resíduos a base cimento (argamassas e concretos). Portanto, estes resíduos são triturados e reaproveitados como agregado miúdo, inclusive na produção de novos blocos de concreto, diminuindo as perdas e permitindo o máximo aproveitamento deste resíduo como matéria-prima, como pode-se observar na Figura 3.11 (PONTAL ENGENHARIA, 2023?).

**Figura 3.11** – Processo de reaproveitamento do resíduo gerado através de alvenaria em bloco de concreto.



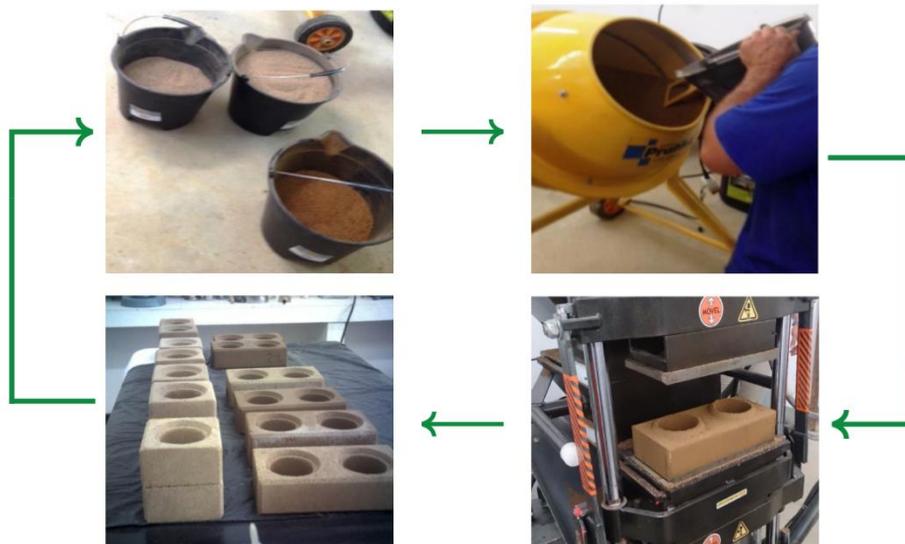
Fonte: Pontal Engenharia (2023?)

Por conseguinte, a Pontal Engenharia otimizou todo o processo, reduzindo custos com mão de obra, material, entulho e com a destinação final dos resíduos com caçambas. Ademais, a construtora tem praticado o desenvolvimento sustentável, aplicando a logística reversa, contribuindo para a concretização da Política Nacional de Resíduos Sólidos e prolongando a vida útil dos aterros sanitários tornando-se referência nacional em qualidade e sustentabilidade (PONTAL ENGENHARIA, 2023?).

### 3.7.2. Mudança de Bloco Cerâmico para Bloco Ecológico

No âmbito da construção civil são consumidos diariamente significativa quantidade de materiais não renováveis tais como areia, cal, água potável, dentre outros, e ainda geram entulho e rejeitos dos materiais utilizados, tornando-se primordiais a busca constante por alternativas que sejam capazes de substituir essas fontes. Uma dessas possibilidades é o uso do solo para confecção de tijolos (Figura 3.12), onde o método é baseado numa mistura de solo com cimento e água, comprimido e curada à sombra (MOTTA et al., 2014).

**Figura 3.12** – Processo de fabricação do bloco ecológico.



Fonte: Valadão et al. (2015).

Dentre os benefícios da utilização do Tijolo à base de Solo-Cimento destaca-se, em seu processo o uso do solo como material base que é encontrado de forma abundante em nosso planeta. Outro fato relevante é que o processo se dá através do trabalho manual que é realizado por uma parte da população que é menos favorecida economicamente e, que se beneficia deste trabalho. A fabricação destes tijolos beneficia ainda o meio ambiente pois eles

não necessita ser queimados o que evita a emissão de gases poluentes (MOTTA et al., 2014).

O aproveitamento do solo na construção pode acontecer como ele é encontrado em sua forma primária, ou seja, como ele existe na natureza como também pode ser modificado ao receber aditivos de compostos químicos ou ainda através da correção granulométrica (LIMA, 2006).

Em relação à correção granulométrica pode-se usar, neste processo, o resíduo da construção triturado que garantirá ao material melhores propriedades (REIS et al., 2016).

Na fabricação de tijolos solo-cimento através do uso de resíduos da construção devem ser apresentadas as seguintes características dos agregados para seu uso em misturas forma granular ou convertida em grãos, estabilidade dimensional ao sofrer saturação no aglomerante no decorrer do tempo de molhagem e secagem, resistência ao excesso de força da mistura e baixa solubilidade em água (JOHN, 2000).

O percentual máximo que o agregado natural pode ser substituído pelo agregado reciclado é definido de acordo com certas propriedades apresentadas no material reciclado tais como: densidade do agregado, forma de aplicação e categoria de resistência (JOHN, 2000).

As dimensões dos tijolos solo-cimento são 25 x 12,5 x 6,25 cm, possuindo dois furos na parte interna com 6,66 cm. Pode ser fabricado em vários formatos, como o tijolo com dois orifícios, meio tijolo com um orifício e do tipo calha com dois orifícios (REIS et al., 2016). Pode-se observar na Figura 3.13.

**Figura 3.13** – Variedades de formatos e furos de tijolos solo-cimento.



Fonte: Laboratório de Materiais de Construção Civil (2018).

Foi realizado por Moraes (2019), um estudo de caso em Balsas/MA, comparando custos referentes aos materiais e serviços para a construção de uma residência feita de tijolo cerâmico versus tijolo solo-cimento. A autora realizou tabelas detalhadas comparando os custos referentes a construção da casa com tijolo de solo-cimento e os custos caso essa residência fosse construída com tijolo cerâmico. O detalhamento dos custos se deveu somente nos materiais e serviços utilizados na alvenaria e revestimento considerando que o revestimento é um dos maiores responsáveis pela elevação de custos, visto que o tijolo ecológico dispensa o reboco. Não foram considerados na avaliação os elementos estruturais e fundações, bem como, instalações elétricas e hidráulicas.

As plantas arquitetônicas da residência forneceram os quantitativos apresentados nas planilhas. Foram extraídos os valores unitários da Tabela do Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil (SINAPI) e apresentados nas planilhas os códigos que compõem cada item. Na Tabela SINAPI, não consta o valor referente ao tijolo de solo-cimento, dessa forma foi necessário o levantamento da composição de preços deste tijolo (MORAIS, 2019).

De acordo com os valores levantados, houve uma redução de custos em relação aos materiais e serviços utilizados de aproximadamente 14,5%, com a utilização do bloco ecológico, quando comparado com o bloco cerâmico (MORAIS, 2019).

Outrossim, é necessário ressaltar que, para instalações elétricas e hidráulicas foram utilizados os furos dos tijolos, reduzindo cortes na alvenaria e geração de resíduos sólidos da construção civil. Caso houvesse necessidade de realizar algum corte ou tivesse alguma perda de material, o resíduo gerado poderia ter sido reaproveitado, voltando para o processo produtivo do tijolo ecológico (MORAIS, 2019).

Os valores apresentados são significativamente consideráveis especialmente se tratando de construções direcionadas para habitações sociais, onde o custo mais baixo pode contribuir para elevar o quantitativo destas habitações e, ao mesmo tempo, o material utilizado oferece maior isolamento térmico e acústico elevando a qualidade de vida dos moradores (MORAIS, 2019).

### **3.8. Normas Brasileiras**

Foram publicadas em 2004 as primeiras normas brasileiras relacionadas aos Resíduos de

Construção e Demolição (RCD) contidos na classe A, segundo a resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). As especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) tratam desde a disposição correta destes resíduos até a utilização de agregados reciclados de RCD em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural. Além disso, como apresentado no presente trabalho alternativas relacionadas a utilização de entulho para fabricação de tijolos, tanto tijolo de concreto quanto tijolo ecológico, também devem ser observadas e seguidas todas as normas nacionais referentes ao assunto abordado. Algumas destas normas são:

- ABNT NBR 6136 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos;
- ABNT NBR 7215 – Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão;
- ABNT NBR 8491 – Tijolo de solo-cimento – Requisitos;
- ABNT NBR 10007 - Amostragem de resíduos sólidos;
- ABNT NBR 15112 – Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- ABNT NBR 15113 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- ABNT NBR 15114 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Área de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- ABNT NBR 15115 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos;
- ABNT NBR 15116 – Agregados reciclados de resíduos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos;
- ABNT NBR 15575 - Edificações habitacionais — Desempenho.

#### 4. METODOLOGIA

O presente trabalho corresponde a uma pesquisa exploratória descritiva, utilizando-se de revisão bibliográfica. Portanto, é exploratória ao apresentar um referencial teórico que tem por objetivo avaliar os resíduos de construção e demolição (RCD), sua classificação e especificidade. É também uma pesquisa descritiva quando propõe alternativas sustentáveis a fim de minimizar os impactos causados ao meio ambiente (GIL, 2002).

Foi realizado um estudo de caso para análise dos dados descritivos referente aos resíduos gerados da obra Prisma da Construtora Engenharia, Planejamento e Obras (EPO), localizada em Belo Horizonte no estado de Minas Gerais, com sede na Rua Turim, nº 99, bairro Santa Lúcia, onde se concentra o controle e gerenciamento da mesma.

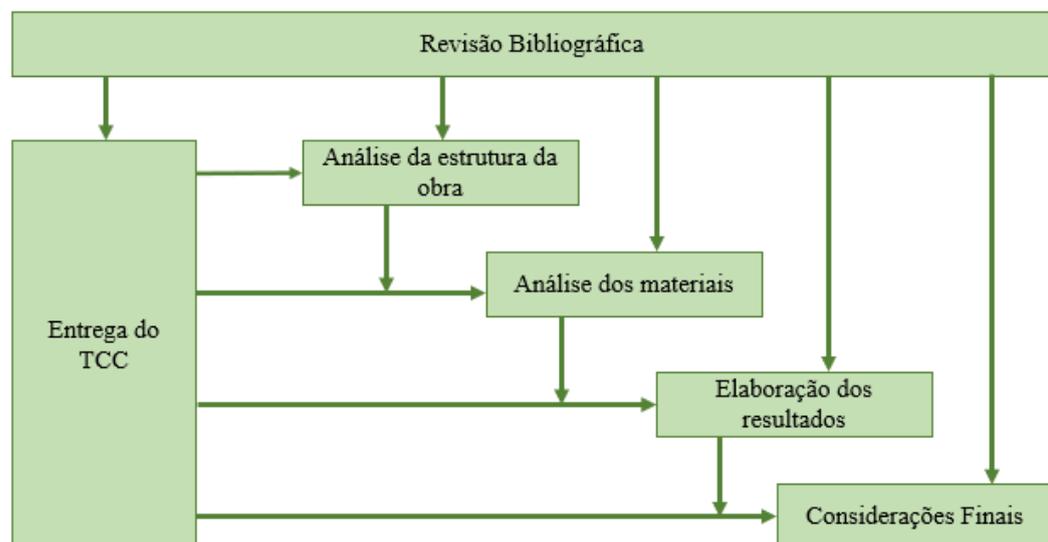
Portanto, para alcançar os objetivos propostos foram determinadas duas etapas principais para o trabalho:

- a) Etapa 1: Análise e compilação dos dados obtidos;
- b) Etapa 2: Proposta de alternativas sustentáveis.

##### 4.1. Etapas de Pesquisa

As pesquisas foram realizadas, seguindo o esquema ilustrativo apresentado na Figura 4.1.

**Figura 4.1** – Fluxograma ilustrativo representando as etapas de pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

## 4.2. Área de Estudo

A EPO, está no mercado há mais de 30 anos, criando soluções inovadoras. Ao longo desse período foram entregues mais de 400 obras e mais de 1.500.000 m<sup>2</sup> construídos. (EPO, 2022?). Na Figura 4.2, é apresentada uma fotografia representando a sede da empresa localizada no bairro Santa Lúcia em Belo Horizonte.

**Figura 4.2** – Sede da construtora EPO localizada em Belo Horizonte.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A construtora EPO, possui o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC. Nesse gerenciamento ambiental são dispostos como segregar os resíduos, como transportar e dispor adequadamente, seguindo a legislação e normas pertinentes. Algumas obras possuem licenciamento ambiental, ao qual respondem condicionantes sobre resíduos gerados, onde são analisadas a quantidade dos resíduos, suas especificidades, transporte e disposição final. Com a coleta de todos os dados através dos gerenciamentos citados e Sistema de Manifesto de Transporte – MTR, foram gerados periodicamente relatórios e encaminhados aos órgãos ambientais. (EPO, 2022?)

Esse trabalho se desenvolveu na obra da construtora EPO, localizada em Nova Lima. Essa obra denomina-se Prisma, obra comercial com lojas diversas e escritórios (Figura 4.3). Foi escolhida essa obra, pois atualmente, é uma das obras da EPO que possui licenciamento e possui condicionante sobre o tema de gerenciamento e monitoramento de geração de resíduos. (EPO, 2022?).

**Figura 4.3** – Imagem ilustrativa representando a expectativa futura da obra Prisma.



Fonte: EPO (2022?)

A construção do Prisma foi realizada com alvenaria convencional, teve duração entre agosto/2019 e fevereiro/2023. É um empreendimento 100% comercial.

**Figura 4.4** – Empreendimento Prisma – EPO, finalizado.



Fonte: EPO (2023)

### 4.3. Análise da Especificidade dos Resíduos Gerados

Foram analisados os resíduos gerados, as classes de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002 e ABNT 10.004/2004, que são os resíduos ou reutilizáveis provindos de construção, demolição, obras de infraestrutura, componentes cerâmicos, argamassa, concreto, plásticos, papel, metais, gesso, madeira, vidro, solo, dentre outros, definindo quantitativos dos diversos resíduos.

Para obtenção de dados, foram criadas baias de resíduos sólidos (Figura 4.5 e Figura 4.6), para a segregação desse material antes que fossem colocados nas caçambas. As baias não eram fixas, sendo realocadas sempre que necessário para o mais próximo possível das frentes de trabalho, quando fosse atingido o volume de uma caçamba, era retirado, levado para a caçamba e transportado até a destinação final. Todos os resíduos gerados na obra eram separados e destinados para o ambientalmente regularizados de acordo com a legislação, sempre visando a reciclagem e o reaproveitamento dos materiais.

**Figura 4.5** – Baias de segregação de resíduos sólidos na obra Prisma - EPO.



Fonte: EPO (2023)

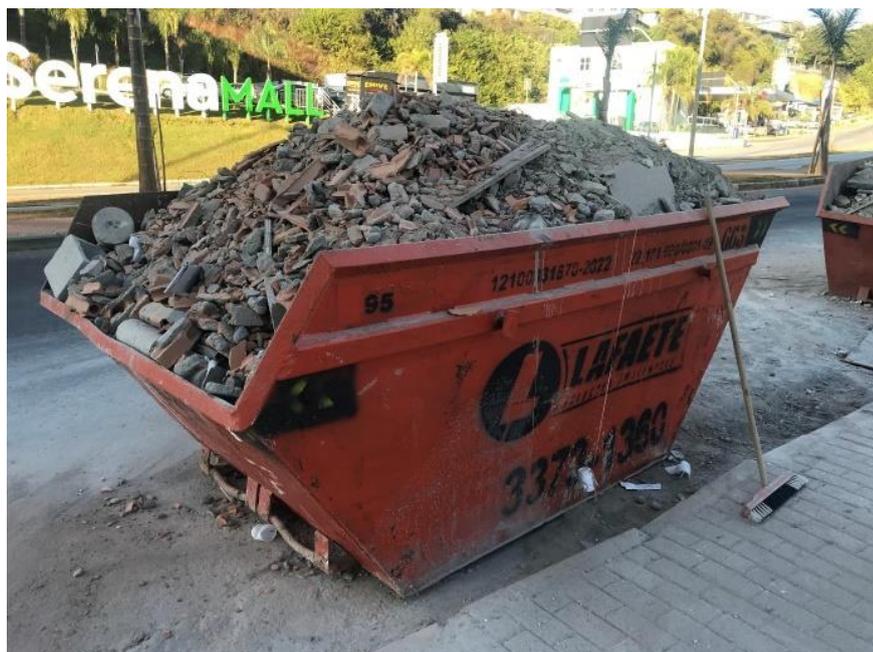
**Figura 4.6** – Baias de segregação de resíduos de madeira na obra Prisma - EPO.



Fonte: EPO (2023)

Considerando que a geração de resíduos de entulho da obra é alto, não foi possível e viável construir baias para este resíduo, dessa forma, os mesmos eram segregados e transportados da frente de trabalho onde são gerados, por meio de gericas direto para a caçamba (Figura 4.7), e ao atingir o volume total, a caçamba era retirada e levada até a destinação final.

**Figura 4.7** – Caçamba de entulho da obra Prisma - EPO.



Fonte: EPO (2023)

#### 4.4. Cálculo dos Resíduos Gerados

Nesse trabalho, os resíduos são gerados na obra, armazenados e separados em baias de acordo com a especificidade, dado o volume da caçamba é gerado o Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) com um peso estimado, tendo em vista que a obra não possui balança, transportados, pesados na destinação final para correção do MTR, e por fim, é emitido o Certificado de Disposição Final – CDF. Dessa forma, foram os MTRs e CDFs foram tabulados através do site do Sistema de Controle de Manifesto de Resíduos - MTR/FEAM, calculados e compilados em planilhas cedidas pela empresa EPO, para a obra Prisma, especificada anteriormente. É importante ressaltar que, como o empreendimento não pesa os resíduos, fica à mercê do peso repassada pelo fornecedor.

A densidade aparente é uma medida da massa de um material por unidade de volume, considerando-se o espaço ocupado por partículas sólidas e vazios dentro de um determinado local. Assim, o peso dos resíduos poderão ser estipulados sem pesagem, tendo em vista que a caçamba estacionária tem o volume conhecido e padronizado de 5m<sup>3</sup>. Dessa forma, é feita uma relação entre a massa do RCC pelo volume da caçamba estacionária onde foram acondicionados: kg/m<sup>3</sup>, transformando kg para toneladas basta dividir por 1000 (NAGALLI et al., 2020). Os calculos são feitos à partir da equação apresentada, Equação 4.1.

$$D_A = \frac{M_R}{V_C} \quad (4.1)$$

Em que:

$D_A$ : densidade aparente (kg/m<sup>3</sup>);

$M_R$ : massa total de resíduos gerados na obra (kg); e

$V_C$ : volume da caçamba (m<sup>3</sup>).

Dessa forma, é necessário conhecer a densidade de cada resíduo sólido gerado na obra. Foram encontrados para cada material, valores médios de 5,11 kg/m<sup>3</sup> para isopor, 818,44 kg/m<sup>3</sup> para gesso, 58,67 kg/m<sup>3</sup> para papel, 63,11 kg/m<sup>3</sup> para sacarias, 140,44 kg/m<sup>3</sup> para madeira, 753,56 kg/m<sup>3</sup> para entulhos, 43,56 kg/m<sup>3</sup> para plástico e 253,78 kg/m<sup>3</sup> para metal (VASCONCELOS; LEMOS, 2015).

A empresa possui conhecimento sobre a Resolução CONAMA nº 307/2002 – principal documento que aborda a classificação e destinação dos RCD – e também, a empresa possui gestão de resíduos da construção civil.

Como a empresa possui o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil - PGRCC, foi analisado, para obtenção de informações concisas, além de levar em consideração todas as medidas de gerenciamento e monitoramento, sendo: geração, segregação, transporte e disposição final. Para levantamento de dados e análises de documentos internos da empresa, embora públicos, mas com acesso limitado, foram autorizados o uso para fins acadêmicos conforme documento demonstrado no Anexo A. Vale ressaltar que os dados contidos nas planilhas foram compilados, e serão apresentados em tabelas específicas posteriormente, no item “Resultados e Discussão”.

Além disso, foi realizado o cálculo de quantidade de resíduos gerados na obra por área, conforme apresentado na Equação 4.2:

$$M_{TA} = \frac{M_T}{A_T} \quad (4.2)$$

Em que:

$M_{TA}$ : massa total de resíduos gerados por área construída ( $\text{kg}/\text{m}^2$ );

$M_T$ : massa total de resíduos gerados na obra (kg); e

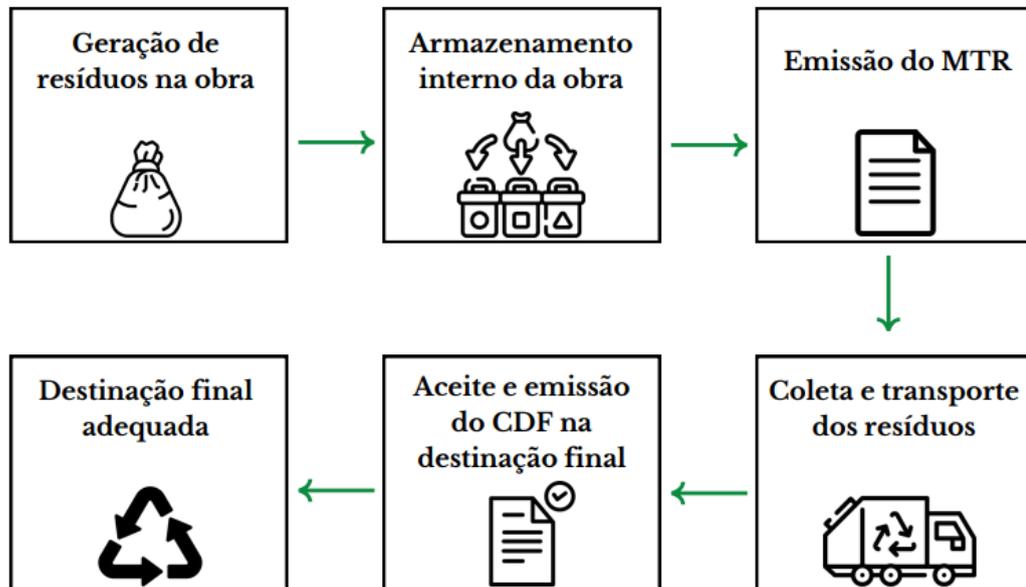
$A_T$ : área total construída ( $\text{m}^2$ ).

O cálculo do  $M_{TA}$  é uma maneira utilizada em obras de construção civil, para verificar o grau de amadurecimento da empresa em relação ao Gerenciamento de Resíduos, conforme sugerido por empresas do setor.

#### **4.5. Avaliação da Destinação dos Resíduos Gerados**

Foram analisados os dados de geração de resíduos sólidos da obra através de gráficos e planilhas, para facilitar a visualização e percepção do quantitativo de destinação final de forma sistemática. São consideradas formas de destinação final no estado de Minas Gerais através da Lei Estadual nº 18.031 de 12/01/2009: aterro sanitário, de reservação e de resíduos perigosos, reciclagem, reutilização, reaproveitamento compostagem, incineração, triagem e transbordo, dentre outras. Sempre visando a alternativa de disposição final mais sustentável e de menor dano ambiental. O fluxograma (Figura 4.8) abaixo mostra a cadeia, desde geração, armazenamento e transporte até a destinação final, dos resíduos sólidos da construção civil, gerado nas obras.

**Figura 4.8** – Imagem ilustrativa representando a cadeia percorrida pelos resíduos.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Além disso, foram feitas análises bibliográficas entre as formas de disposição mais adequadas ambientalmente para os resíduos gerados na obra.

#### **4.6. Sugestão de Alternativas Sustentáveis para os Resíduos Gerados**

De acordo com o artigo 46 da Lei Estadual nº 18.031/2009, se existir “alternativa tecnológica viável para a reutilização ou a reciclagem de resíduos sólidos Classe I - Perigosos ou Classe II - A - Não inertes, fica proibida a sua disposição final em aterros industriais”. Dessa forma, foram avaliadas alternativas sustentáveis que visam a minimização de impactos negativos gerados ao meio ambiente, também que sejam economicamente viáveis e que atendam aos requisitos legais. Para essa conclusão, foram necessárias análises bibliográficas para que fosse possível encontrar uma alternativa viável e sustentável ambientalmente para disposição final dos resíduos sólidos para que houvesse a reutilização e reciclagem ao invés dos mesmos serem dispostos em aterros sanitários ou em aterros industriais.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo, serão discutidos e apresentados os resultados obtidos na obra Prisma, através de dados, tabelas e figuras. Dessa forma, serão expostos a quantidade, a especificidade e a destinação dos resíduos gerados no empreendimento, e claro, discutir sobre as alternativas sustentáveis apresentadas ao longo do trabalho.

### 5.1. Cálculo dos Resíduos Gerados

Conforme apresentado na Tabela 5.1, foram geradas 1.938,22 toneladas de resíduos na construção da obra Prisma – Engenharia, Planejamento e Obras (EPO). Desse montante, foram geradas 1.731 toneladas de entulho, 180 toneladas de madeira, 9,8 toneladas de metal, 8,7 toneladas de papel, 6,7 toneladas de sacaria e 2 toneladas de resíduos perigosos. Além disso, é demonstrado a classificação dos resíduos perante a ABNT e CONAMA, que determinam a tipologia dos resíduos sólidos da construção civil.

**Tabela 5.1** – Classificação, tipologia e descrição dos resíduos sólidos e quantidade de resíduos gerados na obra Prisma - EPO.

ABNT	CONAMA	Tipo de Resíduo	Descrição	Total (t)	Total (%)
II-A	C	Orgânicos	Resíduo igual ao domiciliar: refeitório, áreas de vivência, escritório e sanitários	0	0,00%
II-A	C	Vegetação	Troncos, galhos de poda ou supressão de vegetação	0	0,00%
II-B	A	Solo	Terra	0	0,00%
II-B	A	Concreto/Cerâmico	Entulho (concreto, massa, entulho de demolição, <i>etc</i> )	1.731,0	89,31%
II-A	C	Sacaria	Todos os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação (sacaria, manta geotêxtil, <i>etc</i> )	6,7	0,35%
II-B	B	Madeira	Aparas de carpintaria, madeirite, serragem	180	9,29%
II-B	B	Metal	Aparas de ferragem (aço) e de alumínio (esquadria), pregos, arames, fios	9,8	0,51%
II-B	B	Papel	Papel, papelão	8,7	0,45%
II-B	B	Plástico	Plásticos, PVC / isopor para reutilização	0	0,00%
II-B	B	Vidro	Todos, exceto lâmpadas fluorescentes	0	0,00%
II-B	B	Gesso	Gesso	0	0,00%
I	D	Resíduo perigoso	EPIs contaminados, tintas (a base de água ou não), vernizes, solventes, pincéis, óleos e graxas, mangueira de cabo de protensão, amianto, pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes	2	0,10%
II-A	C	Lodo de tanque séptico (fossa)	Lodo de tanque séptico	0	0,00%
<b>Total</b>				<b>1.938,22</b>	<b>100%</b>

Fonte: EPO (2023)

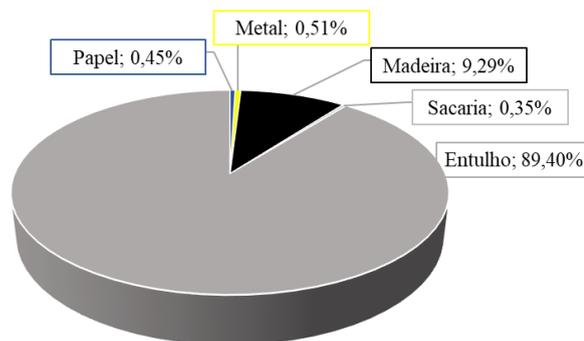
A obra Prisma possui uma área construída de 21.786,23 m<sup>2</sup> e foram geradas 1.938,22 toneladas de resíduo sólidos resultantes da atividade de construção civil, o que representa 1.938.220 quilogramas (Kg).

Para a obra analisada, obteve-se um resultado de  $M_{TA}$  aproximado de 89,0 Kg. m<sup>-2</sup> de resíduos sólidos. No Brasil, o valor de massa total de resíduos gerados por área construída ( $M_{TA}$ ) médio é de aproximadamente 150,0 Kg. m<sup>-2</sup> (PINTO, 1999). Dessa forma, a quantidade de resíduos oriundos do Prisma, embora seja abaixo da média, ainda assim é alta tendo em vista que, a quantidade de entulho gerado é aproximadamente 89% dos resíduos provenientes do empreendimento, é notório seu alto potencial de reaproveitamento e reciclagem.

## 5.2. Análise da Especificidade dos Resíduos Gerados

Foram obtidos através de dados internos da EPO e base de dados do Sistema MTR, os quantitativos de cada espécie de resíduo gerado na obra. O Percentual foi de 89,31% de entulho, resultado de concreto e tijolo cerâmico, 9,29% de madeira, 0,51% de metal, 0,45% de papel e 0,35% de sacaria, como demonstrado na Figura 5.1 abaixo e também pode ser observado na Tabela 5.1.

**Figura 5.1** – Gráfico representativo de tipos de resíduos sólidos retirados na obra Prisma - EPO.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

O quantitativo de resíduos de madeira, embora baixo em relação ao entulho, apresentou um volume considerável, sendo geradas 180 toneladas de madeira o que representa cerca de 9,3% do total de resíduos sólidos da obra. Esse resíduo de madeira é proveniente de formas para concreto utilizadas na realização de estrutura, dessa forma, quando é retirado o desforme há uma grande perda desse material pela sua fragilidade o que inviabiliza o seu reaproveitamento na obra. Este material não é utilizado para escoramento, ou guarda corpo, para minimização

do resíduo provindo de madeira, esse material foi substituído por peças metálicas. Além disso, é importante ressaltar que, a arquitetura, muitas vezes curva ou arredondada é específica para cada obra, o que corrobora para este cenário. Portanto, o resíduo de madeira gerado na obra é recolhido, separado dos outros resíduos, levado para cavaqueamento e após esse tratamento é destinado para queima em fornos industriais, caracterizando o reaproveitamento desse material.

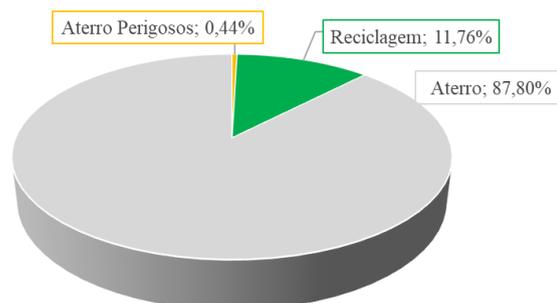
### 5.3. Avaliação da Destinação dos Resíduos Gerados

Como já mencionado no trabalho, a técnica dos 3Rs é o ideal para aplicar na obra. Assim, deve-se: Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Parte maciça dos resíduos sólidos gerados na construção civil são passíveis de aplicação desta técnica, caso não seja possível reduzir ou reutilizar, a solução é reciclar.

O aterro não é a melhor destinação final para os resíduos da construção civil, pois o volume gerado conforme já apresentado é muito alto. Dessa forma, a capacidade do aterro é atingida mais rapidamente do que o previsto, sendo necessário a procura por novos locais para instalação de aterros. Além do mais, todos os resíduos sólidos da construção civil destinados ao aterro, perde a capacidade de reciclagem e reutilização, trazendo assim, malefícios para o meio ambiente e impulsionando a extração de matéria-prima.

Portanto, pode-se observar na Figura 5.2, que aproximadamente 88% dos resíduos da obra Prisma foram destinados ao aterro e 11,76% para reciclagem. O que nos mostra que há uma perda potencial de reaproveitamento e reciclagem desse material, onde sua maior parte é entulho como está demonstrado na Tabela 5.2. Fica evidente a necessidade de procurar alternativas e métodos para reutilizar e/ou reciclar o entulho gerado.

**Figura 5.2** – Gráfico representativo de tipos de destinação final para os resíduos sólidos retirados na obra Prisma - EPO.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A Tabela 5.2, além de mostrar quais são os locais de destinação, mostra as formas de destinação, quais resíduos foram destinados e a quantidade em toneladas que foram destinados a cada local. Trazendo assim, de forma simplificada, o panorama geral da obra nesse aspecto.

**Tabela 5.2** – Destinação, código e quantidade de resíduos sólidos da obra Prisma - EPO.

<b>Destinador</b>	<b>Forma de destinação</b>	<b>Código</b>	<b>Quantidade destinada (t)</b>
<b>ARCELORMITTAL BRASIL S.A. - ENTREPOSTO CONTAGEM</b>	Reciclagem	200101 - Papel e cartão	6,7
<b>ARCELORMITTAL BRASIL S.A. - ENTREPOSTO CONTAGEM</b>	Reciclagem	170405 - Ferro e aço	9,24
<b>BELO MONTE AMBIENTAL - BMA (MARIA ELIZA ALVES COSTA GOMES BAPTISTA)</b>	Aterro	170904 - Mistura de resíduos de construção e demolição	1148
<b>BELO MONTE AMBIENTAL - BMA (MARIA ELIZA ALVES COSTA GOMES BAPTISTA)</b>	Aterro	170201 - Madeira	2
<b>COMPANHIA SIDERURGICA DO ESPIRITO SANTO AS ELO RECICLAGEM LTDA.</b>	Reciclagem	170405 - Ferro e aço	0,58
<b>ESSENCIS MG SOLUÇÕES AMBIENTAIS</b>	Aterro Perigosos	170904 - Mistura de resíduos de construção e demolição	522
<b>ESSENCIS MG SOLUÇÕES AMBIENTAIS</b>	Aterro Perigosos	Classe C - Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação	6,7
<b>ESSENCIS MG SOLUÇÕES AMBIENTAIS</b>	Aterro Perigosos	Classe D* - Resíduos perigosos oriundos do processo de construção.	2
<b>J &amp; E RECICLAGEM LTDA - ME</b>	Reciclagem	170201 - Madeira	178
<b>JMN START UP ASSISTENCIA TECNICA LTDA</b>	Reciclagem	Classe A - Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados.	31,5
<b>LEAFER FERRO E AÇO LTDA.</b>	Reciclagem	200101 - Papel e cartão	2
<b>ROGÉRIO RESÍDUOS SÓLIDOS EIRELI</b>	Aterro	170904 - Mistura de resíduos de construção e demolição	17,5
<b>VITAL ENGENHARIA AMBIENTAL AS</b>	Aterro	200199 - Outras frações não anteriormente especificadas	12
<b>Total</b>			<b>1938,22</b>

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

#### **5.4. Alternativas Sustentáveis para os Resíduos Sólidos Gerados**

Grande parte dos materiais recicláveis gerados na obra Prisma da EPO, como papel, plástico, metal e madeira, possuem destinação final ambientalmente adequada. Esses materiais são reciclados e/ou reaproveitados, retornando para o mercado e gerando renda para as pessoas envolvidas nos processos evitando a utilização de matéria-prima para produção, além de prolongar e conservar a vida útil dos aterros sanitários.

Já os materiais de base cimentícia, cerâmica, areia, brita, gesso e outros componentes do

entulho da construção civil da EPO são, infelizmente, destinados a aterros e perdendo todo o potencial de reaproveitamento.

Dessa forma, o presente trabalho propôs buscar alternativas sustentáveis para diminuir a quantidade de entulho gerado na obra, melhorando o processo produtivo e visar sempre o meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Dentre as sugestões de alternativas sustentáveis, pode-se pensar inicialmente na mudança do bloco cerâmico utilizado para o bloco de concreto. Essa mudança poderia acarretar em vários benefícios para a empresa, como redução de custos de mão de obra e gastos com aquisição de novos materiais, além de trazer benefícios ao meio ambiente, por não dispor os resíduos sólidos em aterros.

Além disso, a empresa poderia adotar o tijolo ecológico em suas construções ao invés do bloco cerâmico, haja visto que essa ação poderia implicar em reduções similares ao bloco concreto, e com um ganho a mais tendo em vista que o tijolo ecológico não necessita de acabamento como reboco e pintura, sendo que, o acabamento é uma das fases mais caras da obra.

O trabalho apresenta a abrangência de benefícios da utilização do tijolo de concreto e do tijolo ecológico, que vai desde a redução de custos bem como beneficia a população, contribuindo para a preservação do meio ambiente. Além disso, a redução de custos comprovada neste estudo é uma contribuição científica de que existe potencial diferença entre os sistemas de construção, e um forte incentivo para a utilização de tijolos ecológicos, tijolos de concreto, bem como de materiais sustentáveis em construções diversas.

## 6. CONCLUSÃO

A construção civil possui um consumo considerável de matéria-prima e recursos naturais. Dessa forma gera um quantitativo alto de resíduos sólidos, o que acarreta inúmeros problemas ambientais, sociais e econômicos. Nesse sentido, se fez necessário buscar alternativas mais sustentáveis para reutilizar e/ou reciclar os RCC.

Os resíduos recicláveis gerados na obra como: papel, plástico, metal e vidro, já são destinados para reciclagem. Já o entulho proveniente de blocos cerâmicos e materiais com base cimentícia é destinado a aterros, o que traz inúmeras perdas, tanto no reaproveitamento quanto à diminuição da vida útil dos aterros e assim justifica o trabalho em questão.

Na obra analisada, foi verificado 1.731 toneladas de entulho, cerca de 89,31% do total geral de resíduos gerados, fato esse que comprova o grande potencial de aproveitamento. Também foi apontado 87,8% dos resíduos gerados, são destinados a aterros perdendo seu potencial de aproveitamento e trazendo malefícios ao meio ambiente. Assim, os dados apresentados incentivam a alteração no método construtivo.

A utilização do bloco de concreto e do tijolo ecológico ao invés do bloco cerâmico revelou diversos benefícios, como: redução de mão de obra, redução de entulho, redução de matéria-prima e redução no transporte e disposição final. É importante ressaltar que todo entulho gerado pode ser utilizado na própria fonte geradora e assim, criar novos blocos de concreto.

Portanto, as duas alternativas citadas expuseram ser exequíveis e foram aplicadas nos estudos referidos. Assim, podem ser replicadas em quaisquer obras, mediante estudos e ensaios mais profundos em atendimento as normas brasileiras e de acordo com a necessidade.

Por conseguinte, o presente trabalho contribuiu com os seguintes ODS da ONU: 8 - Trabalho decente e crescimento econômico; 9 - Indústria, inovação e infraestrutura; 11 - Cidades e comunidades sustentáveis; 12 - Consumo e produção responsáveis; 13 - Ação contra a mudança global do clima; 14 - Vida na água; e 15 - Vida terrestre.

Em vista de todo o trabalho, fica evidente a relevância e a importância do Engenheiro Ambiental e Sanitarista, para explorar todo potencial visando sempre o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável.

## **7. RECOMENDAÇÕES**

Conforme apresentado no trabalho em questão, há a possibilidade de realizar a reciclagem dos resíduos da construção civil, mais especificamente o entulho. Assim, uma recomendação para futuros trabalhos é realizar o processo de reciclagem do entulho, produzir agregados ou blocos/tijolos e realizar ensaios para verificar a resistência e outros itens necessários, e possíveis usos e aplicações desse material.

Além disso, recomenda-se buscar e realizar estudos com o propósito de reaproveitar e/ou reciclar o resíduo de madeira, que embora não seja o maior percentual dos resíduos da construção civil, é um quantitativo considerável e merece atenção tendo em vista que, esse material está tendo diversas disposições finais, incluindo aterros.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR 6.136. **Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — Requisitos.** Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: [https://00823371279406245456.googlegroups.com/attach/99de68ba828162ef/ABNT\\_NBR\\_6136\\_2006.pdf?part=0.1&vt=ANaJVrHHeqa1GE00wkR-NAXSJdAD0waSVteC5qiYtBwUSD-1-qPIFjOvvYfcDs-DQQR0sLkk8gZN5yLprQYj\\_2QdJrFCeZWZcz-PP6fgvapP3WW5EyKZK6I](https://00823371279406245456.googlegroups.com/attach/99de68ba828162ef/ABNT_NBR_6136_2006.pdf?part=0.1&vt=ANaJVrHHeqa1GE00wkR-NAXSJdAD0waSVteC5qiYtBwUSD-1-qPIFjOvvYfcDs-DQQR0sLkk8gZN5yLprQYj_2QdJrFCeZWZcz-PP6fgvapP3WW5EyKZK6I). Acesso em: 23 jun 2023.

ABNT. NBR 7.215. **Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão.** Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: <https://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosupload/17827/material/nbr%207215%20-.pdf>. Acesso em: 23 jun 2023.

ABNT. NBR 8.491. **Tijolo de solo-cimento – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: [https://www.alroma.com.br/uploads/arquivos\\_documentos/NBR\\_8491\\_-\\_Norma\\_Tijolo\\_de\\_Solo\\_Cimento\\_Requisitos\\_-\\_Alroma.pdf](https://www.alroma.com.br/uploads/arquivos_documentos/NBR_8491_-_Norma_Tijolo_de_Solo_Cimento_Requisitos_-_Alroma.pdf). Acesso em: 23 jun 2023.

ABNT. NBR 10.004. **Resíduos sólidos – Classificação.** Rio de Janeiro, 2004a. Disponível em: <https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 18 set 2022.

ABNT. NBR 10.007. **Amostragem de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro, 2004c. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/residuos/files/2014/04/nbr-10007-amostragem-de-resc3adduos-sc3b3lidos.pdf>. Acesso em: 23 jun 2023.

ABNT. NBR 15.112. **Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004d. Disponível em: <https://08286373009911171859.googlegroups.com/attach/96daa9bf2080f3b4/ABNT%20NBR%2015112.pdf?part=0.1&vt=ANaJVrE9I8Kx5qK0PxtJmSpv-waxzC8li0fuZMA0aKldgXLLAG2XnsYtDrmsukDQAIimg0aC56KeY0cpCOHe2JIZnECPLIFIEFbPNQcvCTvBWFlAzTIekBQ>. Acesso em: 23 jun 2023.

ABNT. NBR 15.113. **Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004e. Disponível em: [https://portal.seuma.fortaleza.ce.gov.br/fortalezaonline/servletrepositoriolegislacao?arquivo=NBR\\_15113\\_2004.pdf&pasta=legislacaoGeral](https://portal.seuma.fortaleza.ce.gov.br/fortalezaonline/servletrepositoriolegislacao?arquivo=NBR_15113_2004.pdf&pasta=legislacaoGeral). Acesso em: 23 jun 2023.

ABNT. NBR 15.114. **Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Área de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004f. Disponível em: [https://portal.seuma.fortaleza.ce.gov.br/fortalezaonline/servletrepositoriolegislacao?arquivo=NBR\\_15114\\_2004.pdf&pasta=legislacaoGeral](https://portal.seuma.fortaleza.ce.gov.br/fortalezaonline/servletrepositoriolegislacao?arquivo=NBR_15114_2004.pdf&pasta=legislacaoGeral). Acesso em: 23 jun 2023.

ABNT. NBR 15.115. **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil**

– **Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.** Rio de Janeiro, 2004g.

Disponível em:

[https://portal.seuma.fortaleza.ce.gov.br/fortalezaonline/servletrepositoriolegislacao?arquivo=NBR\\_15115.pdf&pasta=legislacaoGeral](https://portal.seuma.fortaleza.ce.gov.br/fortalezaonline/servletrepositoriolegislacao?arquivo=NBR_15115.pdf&pasta=legislacaoGeral). Acesso em: 23 jun 2023.

ABNT. NBR 15.116. **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.**

Rio de Janeiro, 2004b. Disponível em: <http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-15.116-Agregados-Reciclados-de-RCC.pdf>. Acesso em 06 out 2022.

ABNT. NBR 15.575. **Edificações habitacionais — Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais.**

Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <http://normadedesempenho.com.br/nbr15575-1/>. Acesso em: 23 jun 2023.

ABRECON. **Encontro Nacional das Usinas de Reciclagem de RCD apresenta Dados Inéditos sobre a Reciclagem de Entulho no Brasil.** Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. São Paulo, 2021. Disponível em:

<https://abrecon.org.br/encontro-nacional-das-usinas-de-reciclagem-de-rcd-apresenta-dados-ineditos-sobre-a-reciclagem-de-entulho-no-brasil/>. Acesso em: 27 nov. 2022.

ABRECON. **Pesquisa Setorial: A Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição no Brasil,** Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. São Paulo, 2020, p. 1-102. Disponível em:

<https://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/view/839/754/2762>. Acesso em: 27 nov. 2022.

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil,** Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. 2021. Disponível em:

<https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso 02 out 2022.

ALAGOAS. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos.

**Resíduos Sólidos Alagoas: Aterro Sanitário de Resíduos Sólidos Urbanos.**

Jacarecica:, [2022?]. Foto. Disponível em:

<http://www.residuossolidos.al.gov.br/sistemas/aterro-sanitario>. Acesso em: 12 nov. 2022.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. Superintendência de Limpeza Urbana.

**Números da Limpeza Urbana,** 2019. Disponível em:

<https://prefeitura.pbh.gov.br/slu/informacoes/servicos/coleta-domicilio>. Acesso em 27 nov 2022.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. Superintendência de Limpeza Urbana.

**Reciclagem de Entulho,** 2021. Disponível em:

<https://prefeitura.pbh.gov.br/slu/informacoes/servicos/reciclagem-de-entulho>. Acesso em 27 nov 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho. **Cadastro Geral de Empregados e**

**Desempregados – CAGED.** Brasília, 2022. Disponível em:

<http://pdet.mte.gov.br/guia-brasileiro-de-ocupacoes>. Acesso em: 18 set 2022.

BRASIL. **Resolução 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002\\_Res\\_CONAMA\\_307.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002_Res_CONAMA_307.pdf) . Acesso em: 25 set 2022.

BRASIL. **Resolução 469, de 29 de julho de 2015**. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002\\_Res\\_CONAMA\\_307.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002_Res_CONAMA_307.pdf). Acesso em: 25 set 2022.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico Anual de Resíduos Sólidos 2021 (Ano de Referência 2020)**. Brasília, 2021. Disponível em <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos>. Acesso em 06 out 2022.

CAMPOS, L. F. A.; MENEZES, R.R.; LISBOA, D.; SANTANA, L. N. L.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H.C. **Planejamento experimental no estudo da maximização do teor de resíduos em blocos e revestimentos cerâmicos**. Cerâmica 53, p 373-380. Campinha Grande, Paraíba: 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ce/a/sxnvw8Ghcb6szqZtSTvBPSj/?lang=pt&format=pdf> .Acesso em: 18 set 2022.

CHOAIRY, A. C. L. C. **Disposição Final dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Pós Graduação em Análise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável) - Centro Universitário de Brasília, [S. l.], 2016. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/11479/1/51400120.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2022.

DAI-PRÁ, L. B.; MORAES, C. A. M.; GOMES, L. P.; MARQUES, V.M. **Avaliação de ciclo de vida (ACV) aplicada à gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) em aterros: uma revisão**. Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento, p. 1-12, 1 ago. 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbpd/article/view/8640/5325> . Acesso em: 10 nov. 2022.

EPO – Empreendimentos, Participações e Obras. Belo Horizonte, [2022?]. Disponível em: <https://epo.com.br/>. Acesso em: 18 set 2022.

EPO – Empreendimentos, Participações e Obras. Belo Horizonte, 2023. Dados internos autorizados pela empresa conforme Anexo A.

EVANGELISTA, P. P. de A.; COSTA, D. B.; ZANTA, V. M. **Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, ed. 3, p. 23-40, jul./set. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/WRRWcQRR5rfDsNFSCvGyhTk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 nov. 2022.

FECOMERCIOSP. **Reciclagem de resíduos da construção civil economiza recursos**

**naturais e reduz custos.** Federação do Comércio de Bens, Serviços e Turismo do Estado de São Paulo. São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.fecomercio.com.br/noticia/reciclagem-de-residuos-da-construcao-civil-economiza-recursos-naturais-e-reduz-custos>. Acesso em 27 nov 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas. p. 175, 2002. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo\\_C1\\_como\\_elaborar\\_projeto\\_de\\_pesquisa\\_-\\_antonio\\_carlos\\_gil.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf). Acesso em: 25 set 2022.

HEDRE, L. V. **Quality of Construction Activity.** Economics 10, p. 183, 2010. Disponível em: <https://www.upet.ro/annals/economics/pdf/2010/20100319.pdf>. Acesso em: 18 set 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Ocupação cresce, mas salários caem na indústria da construção em 2020.** Brasília: 2022. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/34112-ocupacao-cresce-mas-salarios-caem-na-industria-da-construcao-em-2020#:~:text=Destques,aumentou%20em%203%2C8%25>. Acesso em 02 out 2022.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil:** contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. Tese (Livre Docência) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/3/tde-27072022-082553/pt-br.php> Acesso em: 28 mai 2023.

LABORATÓRIO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. **Tijolos mais que ecológicos.** Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018. Disponível em: <https://reciclos.ufop.br/news/aberta-sele%C3%A7%C3%A3o-para-inicia%C3%A7%C3%A3o-ci%C3%AAnt%C3%ADfica-do-grupo-reciclos>. Acesso em: 23 mai 2023.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição.** Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Denise Carpena Coitinho Dal Molin. 2001. 290 p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/21839>. Acesso em: 27 nov. 2022.

LIMA, T. V. **Estudo da Produção de Blocos de Solo-Cimento com Matérias-Primas do Núcleo Urbano da Cidade de Campos dos Goytacazes – RJ.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. Disponível em: <https://docplayer.com.br/13542223-Estudo-da-producao-de-blocos-de-solo-cimento-com-materias-primas-do-nucleo-urbano-da-cidade-de-campos-dos-goytacazes-rj-thiago-vicente-lima.html>. Acesso em: 22 mai 2023.

MEIRELES, J. R.; NUNES, W. C.; RASSI, K. C. A. **Revisão da literatura sobre Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil em parâmetro mundial.** Goiânia, Goiás: 2022. Disponível em:

[https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/4472/1/TCC2\\_A29\\_A30\\_Jefferson %26 Kamilla RAG 2022\\_1.pdf](https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/bitstream/123456789/4472/1/TCC2_A29_A30_Jefferson%26KamillaRAG2022_1.pdf). Acesso em: 02 out 2022.

MELLO, J. B.; ARANHA, N.; BONVENTI JÚNIOR, W.; GONÇALVES, D. B. **Estudo sobre a viabilidade técnica e econômica da reciclagem de entulho para a produção de concreto em obras civis**. Engevista, Sorocaba, ano 2017, v. 19, ed. 5, p. 1352-1363, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Waldemar-Bonventi/publication/322896741\\_Estudo\\_sobre\\_a\\_viabilidade\\_tecnica\\_e\\_economica\\_da\\_reciclagem\\_de\\_entulho\\_para\\_a\\_producao\\_de\\_concreto\\_em\\_obras\\_civis\\_Study\\_about\\_the\\_technical\\_and\\_economic\\_feasibility\\_of\\_the\\_recycling\\_of\\_debris\\_for\\_the/link/s/5a747369a6fdcc53fe16a7f4/Estudo-sobre-a-viabilidade-tecnica-e-economica-da-reciclagem-de-entulho-para-a-producao-de-concreto-em-obras-civis-Study-about-the-technical-and-economic-feasibility-of-the-recycling-of-debris-for-the.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Waldemar-Bonventi/publication/322896741_Estudo_sobre_a_viabilidade_tecnica_e_economica_da_reciclagem_de_entulho_para_a_producao_de_concreto_em_obras_civis_Study_about_the_technical_and_economic_feasibility_of_the_recycling_of_debris_for_the/link/s/5a747369a6fdcc53fe16a7f4/Estudo-sobre-a-viabilidade-tecnica-e-economica-da-reciclagem-de-entulho-para-a-producao-de-concreto-em-obras-civis-Study-about-the-technical-and-economic-feasibility-of-the-recycling-of-debris-for-the.pdf). Acesso em: 27 nov. 2022.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa nº 244 de 27 de janeiro de 2022**. Dispõe sobre os critérios para implantação e operação de aterros sanitários em Minas Gerais e dá outras providências. [S. l.], 17 fev. 2022. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=55442>. Acesso em: 11 nov. 2022.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente; Fundação Israel Pinheiro. **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil. (PGIRCC)**. Belo Horizonte, 2009. Disponível em <https://www2.israelpinheiro.org.br/wp-content/uploads/2016/09/Plano-de-Gerenciamento-Integrado-de-Res%C3%ADduos-da-Constru%C3%A7%C3%A3o-Civil.pdf>. Acesso em 27 nov. 2022.

MINAS GERAIS. **Lei 18.031, de 12 de janeiro de 2009**. Dispõe sobre a Política Estadual Resíduos Sólidos. Belo Horizonte. Disponível em [:http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9272](http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=9272). Acesso em: 02 out 2022.

MORAIS, C. B. D. **Tijolo ecológico versus tijolo cerâmico - comparativo de custos: um estudo de caso em Balsas-MA**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Maranhão, 2019. Disponível em: <https://monografias.ufma.br/jspui/handle/123456789/3708>. Acesso em: 19 mai 2023.

MOTTA, J. C. S. S.; MORAIS, P. W. P.; ROCHA, G. N.; TAVARES, J. da C.; GONÇALVES, G. C.; CHAGAS, M. A.; MAGESTE, J. L.; LUCAS, T. de P. B. **Tijolo de Solo-Cimento: Análise das Características Físicas e Viabilidade Econômica de Técnicas Construtivas Sustentáveis**. Revista E-XACTA, v. 7, p. 13-26, 2014. Disponível em: <https://revistas.unibh.br/dcet/article/view/1038/665>. Acesso em: 22 mai 2023.

NAGALLI, A.; GERALDO FILHO, P. R.; BACH, N. S. **Densidade aparente média de resíduos sólidos coletados em uma obra portuária**. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, [S. l.], v. 9, n. 19, 2020. DOI: 10.22292/mas.v9i19.933. Disponível em: <https://www.revistasuninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/933>. Acesso em: 8 jun. 2023.

OLIVEIRA, B. O. S. de. **Impactos ambientais decorrentes do lixão da cidade de Humaitá, Amazonas**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. Pombal, v. 11, ed. 4, p. 80-84, 2016. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3941/4064>. Acesso em: 12 nov. 2022.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 01 jun 2023.

PINTO, T. de P. **Metodologia para a Gestão diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana**. 1999. 218 p. Orientador Prof. Dr. Vahan Agopyan. Tese (Doutor em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em: <http://casoi.com.br/hjr/pdfs/GestResiduosSolidos.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2022.

PONTAL ENGENHARIA. Goiânia, [2023?]. Disponível em: <https://pontalengenharia.com.br/empreendimentos/>. Acesso em: 20 mai 2023.

PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS. **Reciclagem de Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Belém do Pará, 2022?. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-residuos-solidos-da-construcao-civil/>. Acesso em: 27 nov. 2022.

REIS, G. D. dos; NEGREIROS, N. F.; CANETOMI, T. H. **Uso de resíduos da construção civil na fabricação de tijolos solo-cimento**. Revista Científica ANAP Brasil, v. 9, p. 45-53, 2016. Disponível em: [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap\\_brasil/article/view/1440/1462](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/1440/1462). Acesso em: 21 mai 2023.

ROTH, C. das G.; GARCIAS, C. M. **Construção Civil e a Degradação Ambiental**. Desenvolvimento em Questão, ano 7, n. 13, p. 111-128, jan. / jun. 2009. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/169>. Acesso em: 11 nov. 2022.

SANTO, J. de O.; BATISTA, O. H. S.; SOUZA, J. K. S. de; LIMA, C. T. de; SANTOS, J. R. dos; MARINHO, A. A. **Resíduos da Indústria da Construção Civil e o seu Processo de Reciclagem para Minimização dos Impactos Ambientais**. Cadernos de Graduação Ciências Exatas e Tecnológicas, Maceió, v. 1, ed. 1, p. 73-84, maio 2014. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/1337/759>. Acesso em: 12 nov. 2022.

SANTOS, F. F. dos; TAMBARA JÚNIOR, L. U. D.; CECHIN, N. F.; ALMEIDA, V. L.; SOUSA, M. A. B. de. **Adequação dos Municípios do Estado do Rio Grande do Sul à Legislação de Gestão de Resíduos da Construção Civil**. Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial, v. 4, p. 1-18, Florianópolis, Santa Catarina: 2012. Disponível em:

<https://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/download/1799/pdf/8304>. Acesso em: 18 set 2022.

SILVA, O. H. da; UMADA, M. K.; POLASTRI, P.; ANGELIS NETO, Generoso d.; ANGELIS, B. L. D. de; MIOTTO, J. L. **Etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 19, p. 39-45, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/20558/pdf>. Acesso em: 11 nov. 2022.

SIQUEIRA, M. M.; MORAES, M. S. de. **Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo**. Departamento de Epidemiologia e Saúde Coletiva, São José do Rio Preto, p. 2115-2122, 2022?. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/n5GCwf9wtQccdjQR3HwZqJg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 nov. 2022.

SOUZA, J. A. da. **Estudo e Avaliação do Uso de Resíduos do Processo Bayer como Matéria-prima na Produção de Agregados Sintéticos para a Construção Civil**. 2010. Tese (Doutorado em engenharia de Recursos Naturais) - Universidade Federal do Pará, 2010. Disponível em: [http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/4050/1/Tese\\_EstudoAvaliacaoUso.pdf](http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/4050/1/Tese_EstudoAvaliacaoUso.pdf). Acesso em: 12 nov. 2022.

VALADÃO, I. C. R. P.; VILELA, F. O.; FARIA, J. **Produção de Tijolos Ecológicos no UGB**. Episteme Transversalis, v. 6, n. 1, ago. 2015. ISSN 2236-2649. Disponível em: <http://revista.ugb.edu.br/ojs302/index.php/episteme/article/view/147>. Acesso em: 22 mai 2023.

VASCONCELOS, K. B.; LEMOS, C. F. **Densidade aparente dos resíduos da construção civil em Belo Horizonte – MG**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 6., 2015, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: Centro Universitário Metodista IPA, 2015. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/XI-019.pdf>. Acesso em: 08 jun 2023.

ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado na confecção do concreto**. 1997. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, 1997. Disponível em: [https://ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/Dissert\\_Sergio\\_Zordan\\_-\\_Entulho\\_Agregado\\_para\\_Concreto.pdf](https://ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/Dissert_Sergio_Zordan_-_Entulho_Agregado_para_Concreto.pdf). Acesso em: 11 nov. 2022.

## ANEXO A – Termo de autorização para divulgação de informações de empresas.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL

### TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DE INFORMAÇÕES DE EMPRESAS

**1. Identificação da empresa:**

Razão Social: E.P.O. ENGENHARIA PLANEJAMENTO E OBRAS LTDA.

Inscrição Estadual: 628088450070

Endereço completo: Rua Turim nº 99, sala 1, bairro Santa Lúcia – Belo Horizonte/MG, CEP: 30.360-552

Representante da empresa: Juliana Santos Telefone: (31) 3505-3028 e-mail: juliana.santos@epo.com.br

**2. Identificação do tipo de material bibliográfico:**

(x) TCC de Graduação ( ) TCC de Especialização ( ) Artigo Científico

**3. Identificação do Autor(a) e do Trabalho Acadêmico**

Nome: Letícia Silva Reis RG: MG17.799.817 CPF: 142.770.216-03

Título/subtítulo: Alternativas Sustentáveis para Aproveitamento de Resíduos da Construção Civil

Nome do(a) orientador(a): André Luiz Marques Rocha

Curso de: Engenharia Ambiental e Sanitária

Como representante da empresa acima nominada, declaro que as informações e/ou documentos disponibilizados pela empresa para o trabalho citado:

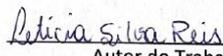
(x) Podem ser publicados sem restrição (Serão usados os MTRs, Planilha de Acompanhamento e PGRCC).

( ) Possuem restrição parcial por um período de \_\_\_\_\_ anos, não podendo ser publicadas as seguintes informações e/ou documentos: \_\_\_\_\_

  
Representante da empresa

*Juliana Costa Morais dos Santos*  
Eng. Ambiental e Sanitarista  
Eng. de Segurança do Trabalho  
CREA-MG 108670/D

*BH, 20/03/2022*  
Local e data

  
Autor do Trabalho

  
Orientador(a)  
Prof. André Luiz Marques Rocha  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
CEFET-MG SIAPE: 214390F