

PESQUISA DE VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DE USINA DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA PRODUÇÃO DE AGREGADOS E BLOQUETES

Ana Cláudia Rocha Mello Ribeiro, Douglas Antônio de Carvalho, Hyslâinne Michelle Valgas Gomes
(anacmello1998@gmail.com, douglasacarvalho@hotmail.com, michellevalgas7@gmail.com)

Professora orientadora: Sheila Leal de Oliveira Loureiro

Coordenação de curso de Engenharia Civil

Resumo

A implantação de usinas de reciclagem de resíduos da construção civil (RCC) é um tema que vem ganhando ênfase em muitos estudos ultimamente em virtude, sobretudo, a enorme quantidade desses resíduos gerados pelos municípios brasileiros e ao descarte incorreto, que ocorre na maioria das vezes, que vem provocando inúmeros danos ambientais. O objetivo deste estudo é verificar a viabilidade econômica para instalação provável da usina de reciclagem de RCC, que terá como principais subprodutos agregados e blocos (bloquetes) intertravados oriundos do processo de reciclagem, usina esta a ser instalada em uma cidade de médio porte na região metropolitana de Belo Horizonte - MG. A partir de dados quantitativos dos resíduos gerados, foi considerada uma taxa de geração de cerca de 183,95 toneladas de RCC/dia, segundo informa Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, sendo a maior parte composta por resíduos pertencentes à classe A (ABRELPE, 2021). Após análises de indicadores realizadas neste estudo, apurou-se que, embora seja um empreendimento com alto investimento inicial, dadas as suas proporções, estima-se que o retorno seja recuperado em menos de dois anos de operação, se tornando um modelo de empreendimento ecologicamente correto e economicamente viável.

Palavras-chave: Reciclagem. Resíduos. Usina. Agregados. Bloquetes.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Canejo (2022), vivemos um contexto de crise ambiental onde a sociedade, órgãos públicos e empresas desprezam tal fato, pois é um assunto de extrema importância para o futuro da sociedade com ameaças comum. Para o autor a crise ambiental que vivemos hoje com a gestão dos resíduos é resultado de escolhas intoleráveis e errôneas que nos acompanham a mais de dois séculos e nada de concreto foi feito para mudar tal situação quanto a preservação do meio ambiente, em sua visão o crescimento frenético em prol do desenvolvimento trará consequências devastadoras para as gerações futuras se não existir políticas públicas para um gerenciamento sustentável e assertivo dos resíduos sólidos.

De acordo com Brasil (2010), a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, informa que resíduos sólidos são:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

A NBR 10004:2004 define tais resíduos quanto aos eventuais perigos à saúde pública e ao ecossistema, orientando o manejo adequado, inclusive informando os códigos de classificação de cada resíduo quanto a sua característica. Já a NBR 10005:2004 impõe requisitos

para se obter o extrato lixiviado de resíduos sólidos que de acordo com esta norma trata-se de “um processo para a determinação da capacidade de transferência de substâncias orgânicas e inorgânicas presentes no resíduo sólido, por meio de dissolução no meio extrator.” (ABNT, 2004).

Igualmente é preciso obter o extrato solubilizado de resíduos sólidos que determina os requisitos exigíveis no que se diz respeito à segregação dos resíduos classificados na ABNT NBR 10004:2004, conforme explana a NBR 10006:2004. Já a NBR 10007:2004, normativa os requisitos exigíveis para a determinação da demonstração dos resíduos sólidos.

Atualmente uma das principais fontes geradoras de tais resíduos sem sombra alguma de dúvidas provem da construção civil.

“A construção Civil é uma das atividades mais antigas que se tem conhecimento e desde os primórdios da humanidade foi executada de forma artesanal, gerando como subprodutos grande quantidade de entulho mineral.” (ABRECON, 2022)¹.

Pensar e discorrer sobre as construções nos remete ao passado, pois o homem sentiu necessidades de modificar o ambiente ao seu redor e com o passar dos tempos, as construções foram evoluindo com novas técnicas e materiais cada vez mais industrializados, o processo de modernização foi crescendo em ritmo acelerado. Com a descoberta do cimento e posteriormente, o concreto armado, surgiu o marco da construção civil.

As ações humanas por muito tempo vêm degradando o meio ambiente com a extração dos recursos naturais que é uma crescente preocupação da sociedade moderna, como qual a destinação dos resíduos gerados.

Sabe-se que na maioria das cidades os entulhos² das construções são abandonados em locais impróprios e quando destinados aos aterros sanitários, estes provocam inúmeros problemas, como a proliferação de doenças, por ser meio de cultura para os transmissores. Estes entulhos são identificados como Resíduos da Construção e Demolição (RCD) ou Resíduos da Construção Civil (RCC), constitui-se de todo refugo criado na ação construtiva, de reforma, escavação ou demolição (ABRECON, 2022).

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), determinou regras, parâmetros e metodologias para o gerenciamento dos resíduos da construção civil, instruindo as operações fundamentais de forma a diminuir os efeitos no meio ambiente, a ser verificado pelos municípios e Distrito Federal, através da RESOLUÇÃO CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, que está em vigor atualmente (BRASIL, 2002).

Também está vigorando o Decreto nº 11.044, de 13 de Abril de 2022, que implementa o certificado de Crédito de Reciclagem – Recicla+, no qual se trata de um programa que incentiva a logística reversa, ajudando todo um ciclo produtivo que proporciona ganhos de escala que interliga os sistemas na legitimação de métodos afim de contribuir com a não produção e principalmente a redução de resíduos sólidos, evitando os desperdícios de matéria na vida útil dos produtos, estimulando o reaproveitamento, compatibilizando interesses econômicos, sociais e ambientais por meio do desenvolvimento sustentável, incentivando o consumo de produtos com menor degradação ambiental. Com estímulo de utilização de materiais recicláveis, possibilitando atividades produtivas de modo ecologicamente corretos beneficiando toda uma cadeia produtiva. O Certificado Recicla+ objetiva através dos sistemas de logística reversa, em conformidade com o art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, uma série de normativas que estimula a produção consciente e também facilita o acesso a linhas de crédito em instituições públicas para pesquisas, desenvolvimento e ações voltadas para este fim, tornando o poluidor-pagador e o protetor-recebedor, além de determinar a obrigação

¹ABRECON (Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição).

² ENTULHO é o conjunto de fragmentos ou restos de tijolo, concreto, argamassa, aço, madeira, etc., provenientes do desperdício na construção, reforma e/ou demolição de estruturas, como prédios, residências e pontes.

distribuída pelo ciclo de vida dos produtos, também estimulando métodos construtivos mais eficientes (BRASIL, 2022).

Como forma de conciliar a gestão de resíduos a uma boa prática sustentável, nasce aí ideia de se estudar qual a melhor forma de destinação dos Resíduos da Construção Civil em um município mineiro pertencente ao Colar Metropolitano de Belo Horizonte, onde os serviços de limpeza urbana e destinação final de resíduos fazem parte das competências da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SMMAS) e suas ações são regulamentadas pelo Decreto nº 5.542, de 27 de Setembro de 2016.

De acordo com Sete Lagoas (2015) e em conformidade com o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), afere-se que:

Os resíduos de construção civil, como entulhos de obras públicas ou particulares, terra e sobras de materiais, podas de arborização pública (ou de grandes jardins), de mudança de domicílios ou reformas de estabelecimentos comerciais são coletados e encaminhados ao Aterro Sanitário Municipal, quando não ultrapassarem o volume de 50 litros e estiverem devidamente acondicionados. Caso a quantidade de resíduos esteja acima de 50 litros, os resíduos da construção civil podem receber duas formas de destinação dentro dos limites do município: ser encaminhado para aterro de área particular, conveniada com a prefeitura, que recebe principalmente RCC, ou ser encaminhado ao Aterro Sanitário Municipal, para melhoria de vias de acesso e recobrimento dos resíduos.

Um levantamento, elaborado a partir do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), regido pelo Governo Federal, no âmbito da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do Ministério das Cidades (MCID), permite visualizar a quantidade anual de resíduos sólidos da construção civil coletados por município, apontando que, no ano de 2019, o montante de resíduos sólidos oriundos da construção civil coletado na localidade foi de 67.137,50 toneladas (BRASIL, 2020).

“Não existem indícios para afirmar que a ocorrência de tendência de redução ou crescimento do indicador esteja relacionado com o aumento do porte populacional, já que os indicadores das faixas variam, ora crescem ora diminuem para todas as faixas ao longo da série histórica.” (BRASIL, 2020).

Em concordância com Abrecon (2022), reciclagem colabora com a limpeza do município, poupa lagos, represas, rios, terrenos baldios, o sistema de esgotamento sanitário, aliviam o abaloamento nos aterros sanitários e lixões, atenua inundações, de forma que não chegará à rede de drenagem pluviais. Tal ação gera diversos benefícios sociais e ambientais, com potencial expansão na criação de empregos e renda podendo retornar ganhos financeiros ao empresário que ali investir nesse modelo de negócio, dado as circunstâncias, tais como matéria prima e venda dos produtos.

Reciclar os resíduos sólidos é de suma importância, pois através deste processo, teremos cidades mais limpas, menor consumo de materiais primários, consequentemente menor degradação do meio ambiente, confecção de subprodutos oriundos dos agregados obtidos através da reciclagem, sustentabilidade, afinal, impacta positivamente na natureza e na vida econômica da comunidade.

Considerando a necessidade eminente para a destinação adequada aos RCC produzidos na localidade em análise, o presente artigo consiste em uma pesquisa de viabilidade de instalação de uma Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil, originando como principais subprodutos, a produção de agregados e blocos intertravados para pavimentação, conhecidos popularmente como “bloquetes”.

2 DESENVOLVIMENTO

“ Há, hoje, um sólido conjunto de evidências de que o setor da construção e a demanda imobiliária estão avançando.” (PAHIM e GARCIA, 2019).

A Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição Abrecon (2022), afirma que com tal expansão, a construção civil se torna um dos setores econômicos que mais absorvem recursos naturais e mais geram resíduos sólidos.

Observa-se que tanto a Região Metropolitana de Belo Horizonte quanto o Colar Metropolitano, ao qual pertence o município em análise, são áreas bastante populosas e com alta relevância econômica para o Estado de Minas Gerais, sendo considerada a terceira região mais importante do Brasil (MINAS GERAIS, 2021).

Em conformidade com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE (2021), trata-se de um município com extensão territorial de 536,928 km² e 243.950 habitantes, a demografia da área demonstra que a maior parte da população se encontra no meio urbano.

A circunstância da maior parte dos municípios tornar-se essencialmente de ocupação urbana é a grande presença de indústrias, que implica em um grande número de novas construções, ampliações e reformas em edificações, que são fatores relevantes relacionados à geração de resíduos da construção civil. Quanto maior a taxa de urbanização, mais elevada é a demanda por serviços eficientes e de ampla abrangência para o recolhimento e destinação correta dos resíduos sólidos (MINAS GERAIS, 2021).

Segundo informa Ambiental (2022), há diferentes tipos de resíduos e cada tipo depende de um gerenciamento adequado de acordo com suas características, sendo classificados e detalhados abaixo:

- Urbanos;
- Industriais;
- De construção civil;
- De serviços de saúde;
- Agrícolas.

Resíduos sólidos urbanos comumente chamados de lixo são resíduos provenientes de atividades humanas e dessa forma são compreendidos como sendo sem utilidade ou com baixo valor econômico. A Ambiental (2022) relata que para melhor entendimento sobre a separação de tais resíduos para reciclagem posterior, foram classificados em:

Matéria orgânica: todos os resíduos orgânicos, como sobras de alimentos, por exemplo;

Papel: envelopes, papelão, caixas, embalagens, jornais e revistas;

Plástico: garrafas pet, sacolas e embalagens de plástico;

Vidro: garrafas, copos, potes e frascos de perfumes;

Metais: latas de refrigerante, clips e grampos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, regulada pela Lei nº 12.305/10, determinava a extinção dos lixões – destino atual dos resíduos urbanos – até 2014. Porém, a Lei nº 14.026/20 – Novo Marco Legal do Saneamento estabeleceu novos prazos, que vão de 2018 a 2021, de acordo com o município e sua população.

Resíduos industriais como o próprio nome sugere, são aqueles gerados a partir da atividade industrial. Alguns exemplares desses tipos de resíduos são borrachas, plásticos, metais, cianureto, solventes e amianto.

Conforme ABNT (2004) a norma NBR 10.004/04, estabelece que os resíduos industriais são classificados da seguinte forma:

Resíduos industriais de classe I (perigosos): estes são considerados perigosos por apresentarem algum tipo de risco à natureza ou à saúde humana, pois são inflamáveis, corrosivos ou tóxicos;

Resíduos industriais de classe II A (não inertes): neste caso, os resíduos não são considerados perigosos, pois apresentam características de biodegradabilidade, combustão e solubilidade em água;

Resíduos industriais de classe II B (inertes): já os resíduos inertes são aqueles que ao entrar em contato com o solo ou a água, por exemplo, não se decompõem com facilidade. Desta forma, não geram transformações físicas, químicas ou biológicas de imediato ao meio ambiente.

De acordo com Brasil (2002) e para efeitos da norma legal vigente, o Conselho Nacional do Meio Ambiente por meio da Resolução nº 307/2002, alterada pelas 348/2004, 431/2011, 448/2012 e 469/2015, classificou os Resíduos da construção civil quanto aos tipos e classes, sendo estas A, B, C e D da seguinte forma:

Classe A - os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; e de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Classe B - os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;

Classe C - os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

Classe D - os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Resíduos Classe A, dessa categoria devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A, de reservação de material, para uso futuro (CONAMA, 2022).

Ambiental (2022) diz que “os resíduos de serviço de saúde são aqueles provenientes de hospitais, clínicas odontológicas e veterinárias, postos de saúde, laboratórios e outras empresas relacionadas à saúde humana e animal.” O Autor (2022) ainda conclui que o tratamento e a destinação final destes resíduos dependem de sua classificação, que se dividem da seguinte forma:

Grupo A: resíduos potencialmente infectantes

Pertencem a este grupo todos os resíduos de serviço de saúde que, por uma possível presença de agentes biológicos, podem apresentar algum risco de infecção à saúde humana ou animal.

Exemplos: culturas e estoques de agentes infecciosos de laboratórios industriais e de pesquisa; bolsas de sangue ou hemocomponentes com volume residual superior a 50 ml; peças anatômicas, como tecidos, membros e órgãos humanos.

Grupo B: resíduos químicos

Entram no grupo B, todos os resíduos químicos de serviço de saúde que, independente de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e/ou toxicidade, podem apresentar algum tipo de risco à saúde humana ou à natureza.

Exemplos: medicamentos ou insumos farmacêuticos vencidos, contaminados e/ou impróprios para o consumo; saneantes, desinfetantes e desinfestantes; substâncias para revelação de filmes usados em Raios-X; Reagentes para laboratório, isolados ou em conjunto.

Grupo C: resíduos radioativos

Fazem parte deste grupo todos resíduos contaminados com radionuclídeos em quantidades que superam os limites de isenção especificados na norma CNEN-NE-

6.02 – que dispõe sobre o “Licenciamento de Instalações Radiativas” – e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.

Exemplos: resíduos de serviços de medicina nuclear e radioterapia.

Grupo D: resíduos comuns

Neste grupo estão os resíduos de serviço de saúde que, por suas características, não necessitam de processos diferenciados relacionados ao acondicionamento, identificação e tratamento. Por isso, podem ser considerados resíduos sólidos urbanos. Exemplos: gesso, luvas, esparadrapo, algodão, gazes, compressas, equipo de soro e outros similares; bolsas transfundidas vazias ou contendo menos de 50 ml de produto residual; sobras de alimentos não enquadrados na classificação A5 e A7; Resíduos de varrição, flores, podas e jardins; resíduos provenientes das áreas administrativas dos EAS.

Grupo E: resíduos perfurocortantes

Os resíduos do Grupo E, identificados como perfurocortantes, são aqueles objetos e instrumentos que contêm cantos, bordas, pontos ou protuberâncias rígidas e agudas, com capacidade de cortar ou perfurar.

Exemplos: lâminas de barbear, bisturis, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, lâminas e semelhantes; bolsas de coleta incompleta, descartadas no local da coleta, quando acompanhadas de agulha, independente do volume coletado.

São exemplos de resíduos agrícolas “adubos, fertilizantes, esterco, ração, restos de colheitas e até embalagens. Esses tipos de resíduos podem ser provenientes tanto da atividade agrícola quanto da pecuária. Quando entram em contato com os rios, levados muitas vezes pelas águas da chuva, podem causar um estrago imenso à natureza.” (AMBIENTAL, 2022).

Além dos diferentes tipos de resíduos abordados anteriormente, a PNRS também classifica os resíduos sólidos em: domiciliares; de limpeza urbana; de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços; serviços públicos de saneamento básico; serviços de transportes; e mineração.

Para Canejo (2022, p. 64) algumas etapas devem ser seguidas para o gerenciamento dos RCCs, descritas abaixo:

Coleta e transporte: ação sanitária que visa o afastamento dos resíduos do meio em que é gerado. A escolha de rotas de coleta, frequência e tipos de veículos influenciam diretamente as etapas posteriores do gerenciamento.

Destinação Final: é o tratamento dos resíduos que inclui a reutilização e a reciclagem dentre outras normas admitidas pelos órgãos ambientais. Para os RCCs, destacam-se os Postos de Entrega Voluntária (PEV), as Áreas de Transbordo e Triagem (ATT) e as Usinas de Reciclagem (URRCC).

Disposição Final: conceitualmente, é reservação temporária dos resíduos inertes em aterros que possibilitem remoção futura, quando houver viabilidade econômica para tal.

Canejo (2022, p. 67) afirma que Área de Transbordo e Triagem (ATT) é “área destinada ao recebimento do RCC e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada, sem danos à saúde pública e ao meio ambiente.” Para atender os requisitos de tal área, deve-se seguir as orientações recomendadas pela norma NBR 15.112:2004. Para definir Postos de Entrega Voluntária (PEV) o Autor (2022, p.70) define: “[...] como ATT de pequeno porte para entrega voluntária de reduzidas quantidades de RCC e resíduos volumosos. Os PEVs, são integrantes do sistema público de limpeza urbana e objetivam reduzir o descarte irregular em vias públicas.”

“As usinas de reciclagem têm como atividade a transformação de materiais recicláveis para serem submetidos a novos processos industriais de reutilização dessas matérias primas.” (PUC-CAMPINAS, 2022).

Para melhorar a definição de Usina de Reciclagem (URRCC), Canejo (2022, p. 70) define como sendo: “ as URRCC são as unidades de beneficiamento (trituração) e reciclagem de materiais já triados para a produção de agregados para a aplicação em obras de infraestrutura e edificações, obedecendo os dispostos na norma NBR 15.114:2004 em vigor .”

A Figura 1 exemplifica um projeto de implantação de Usina de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil.

Figura 1: Usina de Reciclagem de RCC.



Fonte: internet autor desconhecido, 2022.

Segundo Nagalli (2014, p. 29), a norma NBR 15114:2004 estabelece e,

Se ocupa dos requisitos para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil. Contudo, ressalta que tal norma só se aplica aos resíduos de construção civil e demolição que podem ser transformados em agregados para aplicação em obras de infraestrutura e edificações desde que previamente triados.

Le Serna; Rezende (2009 *apud* NAGALLI, 2014, p. 115) informa que: “agregados são materiais minerais, granulares inertes e utilizados principalmente em obras de infraestruturas e edificações. Os agregados mais comuns são pedra britada, areia cascalho, e são substancias minerais mais utilizadas no Brasil e no mundo.”

Conforme a Abrecon (2022), define como produtos oriundos do processo de beneficiamento os seguintes produtos:

Areia reciclada: Material com dimensão máxima característica inferior a 4,8 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.
 Pedrisco reciclado: Material com dimensão máxima característica de 6,3 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.
 Brita reciclada: Material com dimensão máxima característica inferior a 39 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.
 Bica corrida: Material proveniente da reciclagem de resíduos da construção civil, livre de impurezas, com dimensão máxima característica de 63 mm (ou a critério do cliente).

Rachão: Material com dimensão máxima característica inferior a 150 mm, isento de impurezas, proveniente da reciclagem de concreto e blocos de concreto.

Associação Brasileira de Normas Técnicas através da NBR 15953:2011, define como pavimento toda estrutura construída após terraplanagem com o objetivo de resistir ao esforços oriundos do trânsito de veículos capaz de suportar as cargas verticais, melhorando as condições de trafegabilidade do rolamento, quanto a segurança e conforto, resistindo ao esforços horizontais tornando tal estrutura mais durável. Também afirma que pavimento flexível é um tipo de estrutura capaz de absorver esforços de forma a transmiti-los entre as camadas que compõe a estrutura em questão com uma tensão mais concentrada próximo ao ponto de aplicação da carga. Essa norma também descreve como pavimento intertravado o pavimento flexível cuja formação é composta de base, e consequentemente seguida de revestimento formado por blocos ou peças de concreto ornamentado em camada de lançamento com espaçamento entre peças tendo seu preenchimento por argamassas e com seu intertravamento através de contenção, no qual a capacidade resistem aos esforços, verticais, horizontais, de giro ou rotações (ABNT, 2011).

A seguir um exemplo de pavimento intertravado, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2: Pavimento de Blocos Intertravados.



Fonte: internet autor desconhecido, 2022.

De acordo com Tecnosil (2022) pavimentação com blocos (Bloquetes) intertravados “trata-se de blocos de concreto pré-fabricados que são assentados sobre uma camada de areia e travados entre si por contenção lateral e por atrito entre as peças. As juntas entre as peças são preenchidas por material de rejunte, o que permite a utilização imediata do pavimento.”

Para melhor entendimento a NBR 9781:2013 explana que peça de concreto é “componente pré-moldado de concreto, utilizado como material de revestimento em pavimento intertravado.” (ABNT, 2013).

Para produção de blocos intertravados o cimento pode ser do tipo Portland de qualquer classe, sendo seguida a norma ABNT NBR 16697:2018 (ABNT, 2018). O mesmo acontece com os agregados que podem ser naturais ou reciclados e etc., também respeitando a NBR 7211:2009, para a água de amassamento verificar NBR 15900-1, o concreto usado para tal aplicação pode conter aditivos desde que considere a NBR 11768.

Diz a ABNT (2013) por meio da NBR 9781:2013, que pode haver vários formatos de blocos, desde que sejam agrupados conforme o descrito abaixo:

Tipo I: Peças de concreto com formato próximo ao retangular, com relação comprimento/largura igual a dois, que se arranjam entre si nos quatro lados e podem ser assentados em fileiras ou em espinha de peixe.

Tipo II: Peças de concreto com formato único, diferente do retangular que só pode ser assentado em fileiras.

Tipo III: Peças de concreto com formatos geométricos característicos, como trapézios, hexágonos, triedros, etc., com pesos superior a 4 kg.

Abaixo pode-se ter uma referência de alguns dos diferentes formatos de blocos de concreto intertravados, de acordo com a Figura 3.

Figura 3: Diferentes Formatos de Blocos de Concreto Intertravados.



Fonte: internet autor desconhecido, 2022.

Esta Norma ainda estabelece que “a solicitação de tráfego de pedestres e veículos leves e veículos comerciais de linha com resistência característica à compressão (f_{pk}) aos 28 dias ≥ 35 MPa.” (ABNT, 2013).

Como base de cálculo para precificação das edificações dispostas neste artigo utilizou-se o CUB (Custo Unitário Básico), onde tal tabela teve sua criação elaborada por todos os agentes imobiliários do mercado brasileiro. O CUB se encarrega da precificação de edificações por meio do fator custo/m², na qual tem como diretriz a ABNT NBR 12721:2006, que vem para normalizar e avaliar os custos unitários da construção civil para inclusões imobiliárias e seus procedimentos. “A revisão da Norma buscou a modernização do CUB/m² e a melhor adaptação à atual realidade dos novos insumos, novas técnicas e tecnologias.” (BRASIL, 2022).

Mas qual seria a definição da palavra preço? Bom quanto se pensa em preço sempre levamos em consideração o valor que se é pago a um determinado produto, mas talvez a resposta seja bem mais complexa do que se pode imaginar. Para se precificar um produto, deve-se atentar a vários fatores tangíveis e não tangíveis, havendo uma análise bastante aprofundada da empresa que irá implantar seus produtos no mercado, tornando-a competitiva, hora pela sua organização, hora pelos custos envolvidos em sua produção, também deve-se atentar, se há público-alvo, pois de nada adianta ter uma excelente estratégia e produtos com preços competitivos se não tem quem os consomem, lembrando que um preço muito baixo, pode não trazer o retorno financeiro esperado e um preço muito alto, pode não criar a demanda esperada pela empresa. Uma vez que se conhece toda a composição por trás de uma precificação, aí sim se pode dizer qual o real valor para os clientes (ROLON, 2018).

Neste artigo irá usar-se-á como método de precificação alguns indicadores como Markup (Multiplicador de Preço de Vendas), PC (Preço de Custo), VPL (Valor Presente

Líquido), TMA (Taxa Mínima de Atratividade) e TIR (Taxa Interna de Retorno), não é a intenção de tal artigo aprofundar nas composições mercadológicas, ficando a critério de cada leitor buscar por mais informações compreendendo assim o universo gigantesco por trás da composição de custos dos produtos.

3 METODOLOGIA

Segundo a definição de Andrade *apud* Freitas e Pires (2012, p. 73) tendo em vista o projeto delineado, trata-se quanto à natureza da pesquisa é do tipo aplicada, visando construir aprendizado para ação prática e guiada à resolução de problemas pontuais, que concentra na constatação da viabilidade de instalação de uma usina de reciclagem de resíduos provenientes da construção civil. Já Almeida (2013) diz que a natureza da pesquisa se classifica como quantitativa, pois procura quantificar dados, aplica alguma forma de análise estatística, considera que tudo é quantificável, o que significa traduzir opiniões e números em informações as quais serão classificadas e analisadas e uma pesquisa estruturada, visa quantificar os dados e generalizar os resultados da amostra.

Já Castanheira (2020, p. 100) informa que:

Os métodos quantitativos são caracterizados pelo emprego da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas: percentual, média, desvio padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, entre outras.

O universo da pesquisa se refere a um projeto relativo à indústria de aproveitamento de RCC, por meio de uma análise realizada no bairro Silva Xavier, no município de Sete Lagoas, Minas Gerais, cuja a amostra é composta pela verificação de viabilidade técnica e econômica para implantação de uma usina de RCC.

Para Gil (2002 *apud* FREITAS e PIRES, 2012, p. 73) quanto aos fins se classifica na tipologia descritiva, que:

É utilizada para descrever características de determinada população ou fenômeno ou estabelecimento de relações entre variáveis.
Preocupa-se em observar os fatos, registrá-los, analisá-los, classificá-los e interpretá-los. Exige do pesquisador a delimitação de técnicas, métodos, modelos e teorias que orientem a coleta e a interpretação dos dados, para conferir cientificidade à pesquisa, para favorecer a descrição do que fazer.

No que se diz respeito aos métodos, listados por Vergara (2004 *apud* FREITAS e PIRES, 2012, p. 74), em primeiro lugar foi realizado um conhecimento teórico do tópico em análise, para custear a pesquisa de mercado, qual seja, a cotação de bens e serviços inerentes ao projeto, concedendo sustentação para o estudo de viabilidade técnica e econômica.

Quanto à abordagem do problema, foi realizada a revisão da literatura com embasamento da normatização técnica prevista na legislação vigente no Brasil, consequentemente com a abordagem a viabilidade econômica do empreendimento.

Os dados foram provenientes de levantamentos bibliográficos em livros, sites e nas tabelas orientativas Sinapi, Sudecap, Cub. Segundo Gil (2002, p. 61),

Esse levantamento bibliográfico preliminar pode ser entendido como um estudo exploratório, posto que tem a finalidade de proporcionar a familiaridade do aluno com a área de estudo no qual está interessado, bem como sua delimitação. Essa familiaridade é essencial para que o problema seja formulado de maneira clara e precisa.

Esta pesquisa se enquadra quanto ao meio a um estudo de caso que consiste em um dos métodos mais importantes de investigação quando se propõe identificar de que maneira um fenômeno acontece quando o campo de investigação se limita a uma ou poucas unidades que pode ser desde produtos, pessoas e etc., no qual torna-se uma pesquisa profunda e detalhada afim de levantar hipóteses sobre o tema estudado (CORDEIRO; MOLINA; DIAS, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com informações obtidas da Secretaria do Meio Ambiente existe uma única empresa licenciada responsável pelo aterro de construção civil no município em análise, a qual também agrega serviços de locação de caçambas. No município há, pelo menos, outras quatro empresas do ramo de locação.

Somente por uma empresa de caçambas são recolhidas, em média, 300 caçambas/mês com aproximadamente 4,5 m³ cada, contendo resíduos sólidos da construção civil, classe A.

A fim de verificar a viabilidade financeira de uma usina de reciclagem de resíduos de construção civil, classe A, no município, considerou-se a instalação de uma usina do tipo fixa, capaz de produzir agregados reciclados com diferentes granulometrias: areia, bica corrida, agregados graúdos e miúdos.

A determinação do porte da usina baseou-se na quantidade de resíduos classe A do município, estimada em cerca de 67.137,50 toneladas por ano, levando em conta uma população estimada em 243.950 habitantes de acordo com o IBGE (2021), pois o mesmo município em 2022 produz cerca de 275,21 kg/hab/ano de resíduos de construção civil, segundo levantamento realizado pela ABRELPE em 2021.

Com a conscientização da população, de política públicas e através de novas técnicas construtivas, a quantidade de produção dos rejeitos por pessoa, tende a cair ou no mínimo se manter estável. O presente estudo, apoiou-se na média da região sudeste quanto a quantidade de resíduos por pessoas, chegando a quantidade citada acima e como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Estimativa de Resíduos Coletados

	Ton/dia	Ton/ano	m³/dia	m³/ano
Resíduos (RCC)	263,3	67.137,5	164,6	41.960,9

Fonte: os autores, 2022.

O valor de toneladas/dia conforme mostrado acima, considerou 255 dias de atividade por ano para se ter uma base de cálculos.

A expectativa de produção de agregados, de acordo com a quantidade de resíduos projetada e considerando um fator de 85% de todo o material que chegará à usina para beneficiamento, conforme tabela 2.

Tabela 2: Estimativa de Resíduos Processados

	Ton/dia	Ton/ano	m³/dia	m³/ano
Areia	55,9	14266,7	35,0	8916,7
Bica Corrida	55,9	14266,7	35,0	8916,7
Agregado graúdo	55,9	14266,7	35,0	8916,7
Agregado Miúdo	55,9	14266,7	35,0	8916,7

Fonte: os autores, 2022.

Com o propósito de que se produzirá os agregados descritos acima, levou-se em consideração a proporção de ¼ de todo o material beneficiado para cada tipo de agregado.

Para a dosagem e traço do concreto a ser utilizado na confecção dos bloquetes, será adotado o método ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE). (CURTI, 2022).

Para produzir um concreto com $f_{ck} = 32$ MPa, deve-se definir o cimento a ser utilizado e o tipo de controle de produção na obra. Neste, ficou definido o cimento de CPIII. A memória de cálculo está descrita no Quadro 1.

Quadro 1: Memória de Cálculo do Concreto

E-40 e $S_d = 4,0$ – condição A.

$\gamma_{r,cim}$ = Massa especificado cimento = $3,0 \text{ kg/dm}^3$

$\gamma_{r,areia}$ = Massa específica da areia reciclada = $2,4 \text{ kg/dm}^3$

$\gamma_{r,brita}$ = Massa específica da brita reciclada = $2,53 \text{ kg/dm}^3$

$\gamma_{a,areia}$ = Massa unitária da areia reciclada = $1,40 \text{ kg/dm}^3$

$\gamma_{a,brita}$ = Massa unitária da brita reciclada = $1,30 \text{ kg/dm}^3$

Massa unitária compactada da brita: $M_{comp} = 1.060 \text{ kg/dm}^3$

Módulo de finura do agregado miúdo: $MF = 3,0$

Dimensão máxima característica do agregado graúdo: $D_{m\acute{a}x} = 9,5 \text{ mm}$

Consistência do concreto fresco: Slump = 40 a 60 mm

Etapas para produzir 1 m^3 de concreto

1 – cálculo da resistência de dosagem (f_{cj})

$f_{cj} = f_{c28}$ para o CPIII E-40

$f_{c28} = 32 \text{ MPa} + 1,65 (4,0)$

$f_{c28} = 38,6 \text{ MPa}$

[(1)]

2 – fixação da relação água-cimento (a/c), através da curva de Abrams adaptada em função da resistência de dosagem f_{cj} .

$f_{c28} : a/c = 0,51 \text{ L/kg}$

[(2)]

3 – determinação da quantidade de água (A água), necessária para fornecer ao concreto fresco uma determinada consistência em função do $D_{m\acute{a}x}$ do agregado graúdo

Para $D_{m\acute{a}x} = 19 \text{ mm}$ e Slump 40 a 60 mm, temos:

A água = 215 L/m^3

4 – Determinação do consumo de cimento (C_{cim}), calculado em função da quantidade de água e da relação água/cimento.

$C_{cim} = A_{\text{água}}/(a/c)$

$C_{cim} = 215 \text{ L/m}^3 / 0,51 \text{ L/m}^3$

$C_{cim} = 421,6 \text{ kg/m}^3$

[(3)]

5 – Determinação do consumo de agregado graúdo, B_{brita} , levando-se em consideração o $\emptyset$ máximo da brita e o módulo de finura da areia.

$D_{m\acute{a}x} = 19 \text{ mm}$

$MF = 3,0$

$B_{brita} = M_{comp} \times V_c$

$B_{brita} = 1060 \text{ kg/m}^3 \times 0,525 \text{ m}^3$

$B_{brita} = 556,5 \text{ kg}$

[(4)]

6 – Cálculo do consumo de agregado miúdo, A areia, para a composição de 1 m^3 de concreto, ou seja, 1000 dm^3 .

$A_{areia} = \gamma_{r,areia} \times V_{areia}$

Sendo:

$V_{areia} = 1000 - [(421,6/3,0) + (556,5/2,53) + (215/1)]$

$V_{areia} = 424,51 \text{ dm}^3$

$A_{areia} = \gamma_{r,areia} \times V_{areia}$

$A_{areia} = 2,4 \text{ kg/dm}^3 \times 424,51 \text{ dm}^3$

$A_{areia} = 1.018,82 \text{ kg}$

[(5)]

[(6)]

7 – Expressão do consumo de materiais, em massa, para 1 m^3 de concreto.

$C_{cim} : A_{areia} : B_{brita} : A_{\text{água}}$

421,6kg : 1.018,82kg : 556,5kg : 215kg

8 – O traço de concreto é expresso proporcionalmente à quantidade unitária de cimento:

1 : Aareia/Ccim : Bbrita/Ccim : Aágua/Ccim

Ccim/Ccim : Aareia/Ccim : Bbrita/Ccim : Aágua/Ccim

1 : 1.018,82/421,6 : 556,5/421,6 : 215/421,6

1 : 2,42 : 1,32 : 0,51

Fonte: CURTI, 2022 (adaptado).

Para a fabricação dos blocos intertravados de pavimentação, utilizou-se o traço definido através de pesquisas, quanto à resistência necessária para a sua fabricação, chegou-se ao traço descrito na Tabela 3.

Tabela 3: Traço para Blocos de Pavimentação Intertravada

Material	Quantidade (kg)
Cimento	1
Areia de argamassa	2,42
Pedrisco de concreto	1,32
Água	0,51
Cimento	1

Fonte: os autores, 2022.

O número de sacos de cimento é obtido dividido o consumo de cimento pelo peso do saco de cimento, considerando embalagem de 50kg. Observa-se tal quantitativo no Quadro 2.

Quadro 2: Quantitativo de Sacos de Cimento Diário

Cimento = Ccim/saco de cimento

[(7)]

Cimento = 421,6/50

Cimento = 8,43 $\approx$ **9 sacos**

Fonte: CURTI, 2022 (adaptado).

Para o cálculo do custo de m³ de concreto pode ser necessário transformar as quantidades em massa de areia e brita, obtidas pela dosagem e volume, conforme descrito no Quadro 3.

Quadro 3: Cálculo do Custo do Metro Cúbico de Concreto

$\gamma_{a,areia}$ = Massa unitária da areia = 1,40 kg/dm³

$\gamma_{a,brita}$ = Massa unitária da brita = 1,30 kg/dm³

Areia: A areia / $\gamma_{a,areia}$ = 1018,82 kg / 1,40 kg/dm³ = 727,73 dm³ (/ 1000) = 0,728 m³

[(8)]

Brita: B brita / $\gamma_{a,brita}$ = 556,5 kg / 1,30 kg/dm³ = 428,07 dm³ (/ 1000) = 0,428 m³

[(9)]

Custo de 1m³ de concreto = W + Y + Z

[(10)]

W = custo do cimento = números de sacos de cimento multiplicado pelo valor do saco de cimento.

Cimento = 9 x 33,50 = R\$301,50

Y = custo da areia = quantidade de metros cúbicos de areia multiplicado pelo valor de 1m³ de areia.

Valor do custo do m³ produzido pela Usina RCC

Areia = 0,728 x R\$35,78 = R\$26,05

[(11)]

Z = custo da brita = quantidade de metros cúbicos de areia multiplicado pelo valor de 1m³ de brita.

Brita = 0,428 x R\$35,78 = R\$15,31

[(12)]

1 m³ = R\$301,50 + R\$26,05 + R\$15,31

1 m³ = R\$342,86

Fonte: CURTI, 2022 (adaptado).

Por fim, o custo de produção dos “bloquetes” considerou a aquisição de 15.478 sacos de cimento, embalagem de 50 kg, no valor de R\$518.513,00.

Estipulou produção diária de 5.000 unidades dos “bloquetes” intertravados, com as dimensões de 20x10x07cm, será consumido 7,0 m³ de concreto, obtendo então o valor de R\$2.400,02 por dia.

Para se obter o custo de 01 milheiro de “bloquete”, empregou-se a fórmula apresentada no Quadro 4.

Quadro 4: Custo de Produção Diário

Preço de custo de 01 unidade (“bloquete” intertravado) = PC1	
Preço de custo 1m³ concreto = PCC	
Quantidade concreto utilizado por dia = QC	
Quantidade de “bloquetes” produzido/dia = QB	
$PC1 = (PCC * QC) / QB$	[(13)]
$PC1 = (R\$342,86 * 7,0) / 5000$	
PC1 = R\$0,48	
Milheiro produzido (custo) = $PC1 * 1000$	
Milheiro produzido(custo) = $0,48 * 1000$	
Milheiro produzido(custo) = R\$480,00	

Fonte: CURTI, 2022 (adaptado).

A estimativa de investimento inicial de R\$ 4.372.987,32, estratificada na Tabela 4, foi baseada em uma usina em funcionamento, de porte equivalente, analisada por Kuhn *et al* (2017), e corrigida pelo Índice Geral de Preços do Mercado (IGP- M) de Abril de 2022, o qual relata a inflação de preços desde matérias-primas agrícolas e industriais até bens e serviços finais, com exceção dos custos de máquinas e equipamentos e infraestrutura, que foram cotados pelos autores, com o auxílio da tabela de precificação SINAPI³ (CBIC⁴, 2022; BRASIL, 2022).

Tabela 4: Custo com investimento inicial

Etapas	Total (R\$)
Licenciamento ambiental e consultoria	93.396,83
Infraestrutura	2.363.462,96
Instalação energia trifásica	26.400,00
Máquinas e Equipamentos	1.752.604,00
Imprevistos/contingências	48.538,05
Capital de giro	88.585,48
Total	4.372.987,32

Fonte: Kuhn *et al*, 2017 (adaptado).

Para o funcionamento da usina são necessários investimentos em equipamentos, tais como alimentador vibratório, britador, peneira vibratória, correias transportadoras e ímã magnético; uma balança; pá carregadeira e seu custo detalhado na Tabela 5.

³ SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil).

⁴ CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção).

Tabela 5: Custos dos Equipamentos e Máquinas

Item	Quantidade	Custo
Caminhão Truck Caçamba Bâscula Constellation 2008 VW17250 (usado)	1	R\$195.000,00
Empilhadeira Clark 2500kg 2011 (usada)	1	R\$97.000,00
Carregadeira Caterpillar 938 G série 2 (usada)	1	R\$220.000,00
Equ. Britagem (ímã separador, esteiras transportadoras e triturador de RCC)	1	R\$970.000,00
Betoneira CSM 400L	2	R\$5.590,00
Vibrador para concreto Vr1000 Makita	2	R\$3.212,00
Máquina Hidráulica Smart 4H	1	R\$180.000,00
Balança	1	R\$72.000,00
Somatório		R\$1.752.604,00

Fonte: os autores, 2022.

Considerando que o terreno será cedido pela prefeitura, sob forma de concessão, seu custo de aquisição não foi contabilizado. As dimensões do espaço foram determinadas com de acordo com capacidade de produção da usina, tendo como base a metodologia empregada por Jadovski (2005). Conforme figura 4, exemplificada abaixo:

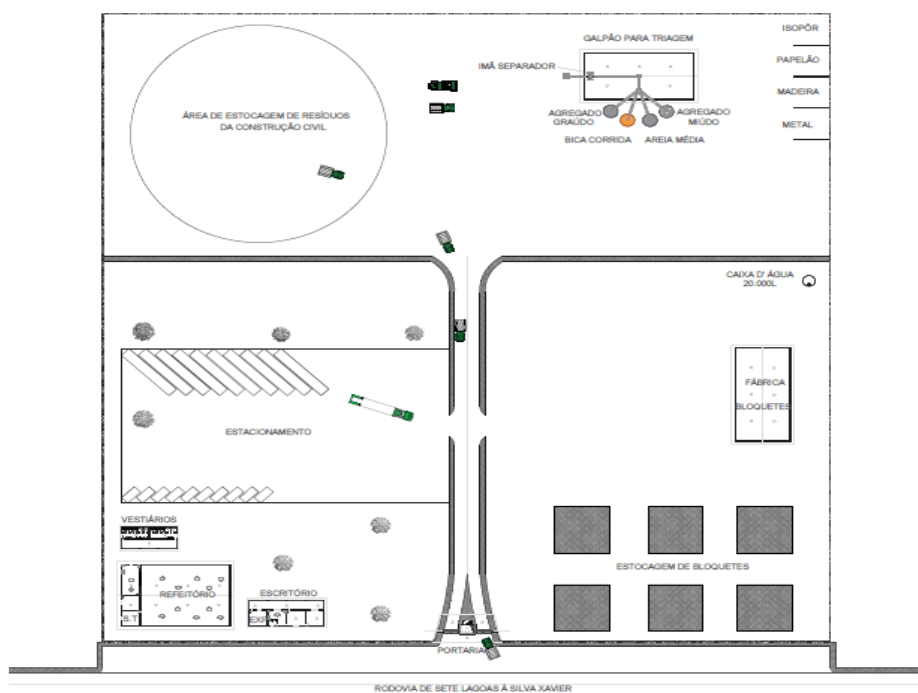
Figura 4: Terreno para Instalação

Fonte: MAPS, 2022.

Em relação à infraestrutura, projetou-se a construção de uma guarita, de um escritório e de uma área de vivência com sanitários, vestiários e local para refeição e descanso. O croqui também contempla arborização no entorno da área (cerca viva), apresentados na Figura 5.

A figura 5, mostra como seria a disposição das instalações da usina.

Figura 5: Croqui de Instalações da Usina de Reciclagem de RCC.



Fonte: os autores, 2022.

Foi utilizado o Custo Unitário Básico (CUB) de Minas Gerais, referente ao mês de abril de 2022, de R\$1.096,67/m², para as obras civis, exceto a arborização (SINDUSCON – MG, 2022). Outros custos foram cotados individualmente, com valores obtidos através de pesquisas realizadas na internet, no período de Abril a Maio de 2022 de acordo com a tabela 6.

Tabela 6: Custos de Infraestrutura

	Área (m ²)	Valor (m ²)	Valor Total
Galpão de triagem	463,59	R\$1.096,67	R\$508.405,25
Fábrica de “bloquete”	463,59	R\$1.096,67	R\$508.405,25
Escritório	175,34	R\$1.096,67	R\$192.290,12
Guarita	95,16	R\$1.096,67	R\$104.359,12
Refeitório	600	R\$1.096,67	R\$658.002,00
Vestiários	107,45	R\$1.096,67	R\$117.837,19
Alambrado/mourão/mão de obra	1.580	R\$26,51	R\$41.892,84
Cerca viva	1.580	R\$35,90	R\$56.722,00
Pavimentação asfáltica	888	R\$90,00	R\$63.936,00
Muro	120	R\$140,00	R\$16.800,00
Calçadas	1.053,48	R\$90,00	R\$94.813,20
Somatório			R\$2.363.462,96

Fonte: os autores, 2022.

Para a operação e manutenção da usina de RCC, foram apurados insumos de produção (água, energia e combustível), EPIs (equipamentos de proteção individual). O número de funcionários para a produção foi determinado com base na capacidade produtiva da mesma, também foram considerados funcionários para a manutenção e limpeza com salários estabelecidos de acordo com a calculadora de custos (IDINHEIRO, 2022). Conforme apresentados na tabela 7.

Tabela 7: Custos com Mão de Obra

Função	Quant. de funcionários	Salário por funcionário	Encargos trabalhistas por funcionário	Total salários por categoria	Encargos trabalhistas por categoria	Percentual de Encargos
Porteiro/Balanceteiro	1	R\$1.439,56	R\$1.158,34	R\$1.439,56	R\$1.158,34	80%
Secretária	1	R\$2.172,14	R\$1.467,66	R\$2.172,14	R\$1.467,66	68%
Faxineira	1	R\$1.294,90	R\$1.097,27	R\$1.294,90	R\$1.097,27	85%
Cozinheira	1	R\$1.519,77	R\$1.192,21	R\$1.519,77	R\$1.192,21	78%
Operador de Carregadeira	1	R\$1.783,19	R\$1.303,43	R\$1.783,19	R\$1.303,43	73%
Encarregado	1	R\$3.102,23	R\$1.860,36	R\$3.102,23	R\$1.860,36	60%
Motorista	1	R\$1.951,03	R\$1.374,30	R\$1.951,03	R\$1.374,30	70%
Auxiliar de Triagem	5	R\$1.425,94	R\$1.152,59	R\$7.129,70	R\$5.762,95	81%
Vendedor	1	R\$1.418,16	R\$1.149,31	R\$1.418,16	R\$1.149,31	81%
Operador de Empilhadeira	1	R\$1.836,48	R\$1.325,93	R\$1.836,48	R\$1.325,93	72%
Auxiliar de Produção	5	R\$1.783,19	R\$1.303,43	R\$8.915,95	R\$6.517,15	73%
Folha salarial				R\$32.563,11	R\$24.208,91	74%
Custo mensal com mão de obra						R\$56.772,02

Fonte: os autores, 2022.

O uso de equipamentos de proteção individual são obrigatórios e seus custos foram detalhados na Tabela 8.

Tabela 8: Custo dos Equipamentos de Proteção Anual

	Quantidade	Valor R\$	Quant/ano	V. Total ano
Uniforme (calça e camisa)	19	R\$120,00	228	R\$27.360,00
Luvax vaqueta	15	R\$16,90	180	R\$3.042,00
Capacete	15	R\$49,90	180	R\$8.982,00
Óculos de proteção	15	R\$6,18	180	R\$1.112,40
Abafador de ruídos	15	R\$32,49	180	R\$5.848,20
Botina de segurança	19	R\$76,08	228	R\$17.346,24
Somatório total anual				R\$63.690,84

Fonte: os autores, 2022.

Para se chegar ao valor da energia consumida pelos equipamentos, fez-se uma média de consumo, com dados fornecidos através do site da Companhia Energética de Minas Gerais CEMIG (2022) no que se diz respeito à fábrica de produção dos “bloquetes”. Como apresentado na Tabela 9.

Tabela 9: Potência dos Equipamentos

Consumo/hora	kW	Consumo/hora	kW
Alimentador Vibratório	3,79	Máquina Prod. Blocos	1,47
Britador Mandíbulas	19,42	Geladeira	0,07
Britador de Impacto	29,42	Micro-ondas	1,20
Peneiras	5,52	Ar-condicionado	0,80
Correias Transp. Bica Corrida	2,94	Computador(3)	0,30
Correias Transp. Areia e Brita	13,24	Congelador	0,13
Betoneira (2)	2,94	Impressora	0,01
Vibrador(2)	4,00	Lâmpadas Led de 15W (50)	0,75
Total Potência/dia			640,06

Fonte: os autores, 2022.

Calculou-se 01 dia que teve consumo equivalente a 640,065 kW * 255 dias, obtendo-se 163.216,58 kW/Ano. Com o valor de R\$0,64463 cada kW, valor de referência da Cemig (2022), multiplicou-se o mesmo pelo consumo obtido e concluindo o total de R\$105.214,30, conforme demonstrado na Tabela 10.

Tabela 10: Consumo Anual de Energia

Consumo kW/dia	Quantidade dias	Valor kW R\$	Consumo kW/Ano	V. Total Ano R\$
640,065	255	0,64463	163.2126,58	105.214,30
Valor do Consumo Anual				R\$105.214,30

Fonte: os autores, 2022.

De acordo com Tsutiya (2006), o consumo mínimo diário per capita é de 70 litros para uso industrial sanitário dos funcionários. Estipulou-se uma quantidade de água de 215 L/m³ de concreto a ser usada na produção dos “bloquetes” e também determinou-se 5% para lavagem dos equipamentos e limpeza do local, obtendo um consumo de 765m³/ano com um valor de R\$24.869,30 em água e esgoto de acordo com o valor convencionado pelo SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) e demonstrado a seguir na tabela 11.

Tabela 11: Consumo Anual de Água

Consumo m ³ /dia	Quantidade dias	Valor m ³	Consumo m ³ /Ano	V. Total Ano R\$
3	255	R\$32,51	765	24.869,30
Valor do Consumo Anual				R\$24.869,30

Fonte: os autores, 2022.

Dessa forma, os custos operacionais contidos na Tabela 12 foram baseados e compatibilizados em valores de mercado, levando-se em conta a capacidade produtiva da usina anteriormente descrita.

Tabela 12: Gastos Operacionais

Parâmetros operacionais	Custo anual
Água	R\$24.869,30
Energia	R\$105.214,30
Diesel	R\$348.364,80
Sal. Funcionários	R\$681.264,24
EPIs	R\$63.690,84
Manutenção 3%	R\$52.578,12
Total	R\$1.275.981,60

Fonte: os autores, 2022.

A usina de RCC obterá receita a partir da cobrança pelo recebimento de RCC e por meio da venda de blocos intertravados de pavimentação, bem como o excedente da produção de agregados.

Foi considerado o recebimento de todo o RCC gerado pelo município, ou seja, cerca de 263,3 toneladas de RCC/dia na usina. Como foi adotado um peso específico médio do RCC de 1,6 tonelada/m³ (STOLZ, 2008), estima-se que será recebido na usina um total de 164,6m³ de RCC/dia, de 3.497,75 m³ de RCC/mês, considerado 21,25 dias/mês, e de 41.960,90 m³ de RCC/ano. Baseado no que já é praticado pela Valore Ambiental, que cobra pelo recebimento do RCC R\$ 8,00/m³ pela deposição de caçambas e R\$ 5,00/m³ para caminhão basculante em 2020, foi estabelecido um valor médio de cobrança pelo resíduo corrigido pelo IGP-M do ano de 2022 de R\$ 9,20/m³, resultando em uma receita de R\$370.599,00 por ano, já descontados

4% de ISS (Impostos Sobre Serviços). Para melhor entendimento os dados estão dispostos na Tabela 13.

Tabela 13: Receita com Recebimento de RCC

RCC Ton./Dia	RCC m³/Dia	RCC m³/Mês	RCC m³/Ano	Taxa média/m³	Valor Anual
263,3	164,6	3.497,75	41.960,90	R\$9,20	R\$386.040,28
Receita Total – ISS 4%					R\$370.599,00

Fonte: os autores, 2022.

Para a precificação dos produtos gerados pela usina, utilizou-se a fórmula do *markup* (multiplicador de preço de vendas). Como demonstrado no Quadro 5, para os agregados definiu-se uma margem de lucro de 40%.

Quadro 5: Método de Precificação dos Agregados

$$\begin{aligned} Markup &= 1/(1-((DF+DV+ML)/100)) \\ Markup &= 1/(1-((0+12,65+40)/100)) \\ \textbf{Markup} &= \textbf{2,11} \end{aligned} \quad [(14)]$$

Fonte: FIA, 2018.

No Quadro 6 foi detalhado o cálculo utilizado para os blocos intertravados de pavimentação, onde determinou-se que a margem de lucro será de 62%.

Quadro 6: Método de Precificação dos “Bloquetes”

$$\begin{aligned} Markup &= 1/(1-((DF+DV+ML)/100)) \\ Markup &= 1/(1-((0+12,65+62)/100)) \\ \textbf{Markup} &= \textbf{3,94} \end{aligned} \quad [(15)]$$

Fonte: FIA, 2018.

Então o preço de venda, é a multiplicação entre o Preço de Custo e o Markup estabelecido, como a fórmula abaixo retrata:

$$\text{Preço de Venda} = \text{PC} * \text{Markup} \quad [(16)]$$

Além disso, estima-se a produção de 1.275.000 blocos intertravados de pavimentação anualmente. Sendo vendidos a um preço unitário médio de R\$1,89, produzir-se-á uma receita anual de R\$2.414.192,88 e também com a venda dos excedentes da produção de agregados equivalente 33.544,38m³, com o valor de cada m³, gerando receita de R\$2.534.428,83. Receitas estas que são geradas com a venda total dos produtos (agregados) e subproduto (“bloquete”).

Os agregados disponíveis para venda estão descritos na Tabela 14.

Tabela 14: Agregados para Venda Anual

Material	Quantidade
Areia m³	7.580,09
Agr. Graúdo m³	8.916,70
Agr. Miúdo m³	8.130,89
Bica Corrida m³	8.916,70
Total	33.544,38

Fonte: os autores, 2022.

As receitas estimadas com as vendas dos agregados e “bloquetes” relatadas nas Tabelas 15 e 16.

Tabela 15: Lucro com Venda Anual dos Agregados

Demonstração de Resultado Agregados		
Descrição	R\$	%
Receita bruta	R\$2.534.428,83	100,00%
Impostos	R\$320.605,25	12,65%
Custo de produção	R\$1.200.052,05	47,35%
Lucro Líquido	R\$1.013.771,53	40%

Fonte: os autores, 2022.

Tabela 16: Lucro com Venda Anual dos “Bloquetes”

Demonstração de Resultado dos “Bloquetes”		
Descrição	R\$	%
Receita bruta	R\$2.414.192,88	100,00%
Impostos	R\$305.395,40	12,65%
Custo de produção	R\$611.997,89	25,35%
Lucro Líquido	R\$1.496.799,58	62,00%

Fonte: os autores, 2022.

O lucro líquido anual esperado é de R\$2.881.170,12, já deduzidos todos custos de produção e despesas previstas, sendo o somatório do recebimento dos resíduos (RCC), lucro líquido da venda dos agregados e lucro líquido da venda dos “bloquetes”.

Conforme Sebrae (2021), a viabilidade financeira é um dado calculado em cima de despesas e lucros. Ela permite calcular se o investimento de tempo e dinheiro necessário para colocar em prática um plano ou projeto é viável para seus investidores. Mostra dados reais sobre o provável retorno financeiro de acordo com a injeção de dinheiro e a análise de mercado. Embasado nas projeções de custos e receitas, foi possível aferir indicadores de viabilidade econômica.

Abrelpe (2020 *apud* CANEJO, 2022, p. 58) diz que:

Os serviços de limpeza urbana dos municípios coletaram em 2018, 122.012 toneladas desse tipo de resíduo por dia no Brasil. Vale frisar que esse quantitativo está referido apenas aos resíduos descartados irregularmente nos logradouros públicos. A quantidade constatada leva a uma geração per capita estimada em 0,585 kg/hab./dia de RCC no nosso país. Esta taxa de geração varia de forma significativa conforme avaliamos as diferentes condições de cada região brasileira.

O autor esclarece que na região sudeste tem uma maior geração de resíduos RCC, devido a uma maior concentração de habitantes do Brasil, sendo o equivalente a 63.679 toneladas dia, com uma produção per capita de 0,726 kg/hab./dia. Utilizando a mesma técnica empregada para determinar a quantidade de resíduos atual, projetou-se a produção de resíduos para os próximos cinco anos na Tabela 17, considerando um crescimento populacional baseado na taxa de crescimento de MG definida pelo IBGE (2021), com a média nacional de geração de RCC (ABRELPE, 2021).

Tabela 17: Projeção de Resíduos Gerados

Ano	Taxa de crescimento populacional MG	Projeção da População do Município	Resíduos Gerados por Habitante (kg/ano) Média Nacional	Geração de Resíduos Projetada (ton/ano)
2023	0,49	246.321	275,21	67.790,00
2024	0,43	247.380	275,21	68.081,45
2025	0,40	248.369	275,21	68.353,63
2026	0,37	249.288	275,21	68.606,55
2027	0,34	250.135	275,21	68.839,65

Fonte: os autores, 2022.

A partir da projeção de resíduos, também realizou-se, adotando o mesmo embasamento de cálculo adotado anteriormente para definir o lucro líquido anual para o mesmo período. Os dados estão apresentados na Tabela 18.

Tabela 18: Projeção de Lucro

Ano	Quantidade Projetada de Resíduos (m³)	Lucro com Recebimento de Resíduos	Agregados para venda (m³)	Lucro Líquido pela Venda dos Agregados	"Bloquetes" para venda (un)	Lucro Líquido pela Venda dos "Bloquetes"	Lucro Líquido Anual
2023	42.368,75	R\$374.200,81	33.891,02	R\$1.024.247,68	1.275.000	R\$1.496.799,58	R\$2.895.248,07
2024	42.550,91	R\$375.809,60	34.045,85	R\$1.028.926,96	1.275.000	R\$1.496.799,58	R\$2.901.536,12
2025	42.721,02	R\$377.312,05	34.190,45	R\$1.033.296,94	1.275.000	R\$1.496.799,58	R\$2.907.408,58
2026	42.879,09	R\$378.708,16	34.324,81	R\$1.037.357,62	1.275.000	R\$1.496.799,58	R\$2.912.865,37
2027	43.024,78	R\$379.994,89	34.448,65	R\$1.041.100,17	1.275.000	R\$1.496.799,58	R\$2.917.894,64

Fonte: os autores, 2022.

Segundo o Dicionário Financeiro (2022), o Valor Presente Líquido (VPL) é calculado para conhecer qual o valor atual de um investimento, seu cálculo é feito atualizando todo o fluxo de caixa de um investimento para o valor de hoje, utilizando uma taxa de desconto no cálculo conhecida como Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

A Capital Research (2020) complementa que geralmente, investidores consideram a taxa básica de juros da economia, que é a Taxa Selic, como a própria TMA, sendo que a taxa acumulada até Maio de 2022 é de 12,75% (RECEITA FEDERAL, 2022).

A Taxa Interna de Retorno (TIR) mostra resultados em forma de percentual e leva em considerações as projeções financeiras do futuro para indicar a provável renda anual. Indica a rentabilidade dos investimentos (SEBRAE, 2021).

O payback simples é um indicador financeiro que revela o tempo necessário para recuperar o custo de um investimento (CAPITAL RESEARCH, 2020).

A Tabela 19 apresenta a análise de viabilidade econômica do empreendimento objeto deste estudo, considerando o investimento inicial no período zero, e o lucro previsto para os anos subsequentes, descontadas todas as despesas. Após a inserção dos dados, foram utilizadas para os cálculos as fórmulas de VPL e TIR contidas no Excel (MICROSOFT, 2016).

Tabela 19: Análise de Viabilidade Econômica

TMA		12,75%
Período	Lucro Líquido Anual	Fluxo de Caixa
0	-R\$4.372.987,32	-R\$4.372.987,32
1	R\$2.881.170,12	-R\$1.491.817,20
2	R\$2.895.248,07	R\$1.403.430,87
3	R\$2.901.536,15	R\$2.901.536,15
4	R\$2.907.408,58	R\$2.907.408,58
5	R\$2.912.865,37	R\$2.912.865,37
6	R\$2.917.894,64	R\$2.917.894,64
VPL		R\$4.586.335,04
TIR		23%

Fonte: os autores, 2022.

Através do levantamento de custos com investimento inicial, custos de operação e receitas oriundas do recebimento dos resíduos na usina foi possível realizar a análise de viabilidade econômica do empreendimento. Os resultados demonstraram que somente com o recebimento dos resíduos a usina é inviável economicamente. Porém, com a venda dos subprodutos oriundos da reciclagem, o empreendimento demonstrou grande atratividade e viabilidade econômica.

CONCLUSÕES

A usina proposta irá receber, conforme levantamento realizado, cerca de 263,3 toneladas de RCC diariamente, sendo adotados equipamentos com capacidade de processamento de 30 toneladas por hora, com um único turno de 08 horas diárias e 44 horas semanais com fabricação de 5.000 peças de bloquetes por dia. Serão produzidos na usina agregados reciclados como areia, bica corrida, agregados graúdos e miúdos, com um valor de mercado 24,9 % mais barato que o agregado natural comercializado de acordo com a tabela Sinapi de Maio de 2022, que mostra uma média dos preços dos subprodutos acima citados no valor de R\$100,56 o que caracteriza uma vantagem na oferta do material reciclado no mercado.

Com base nos custos considerados, a implantação da usina necessitará de um investimento inicial de R\$4.372.987,32 e apresentará um fluxo de gastos por ano no valor de R\$1.275.981,60. A venda dos blocos intertravados de pavimentação e dos agregados reciclados, renderá um faturamento de R\$2.881.170,12. Além disso, com o recebimento dos RCC e a venda de agregados reciclados a usina obterá um faturamento anual crescente, sendo estimada a venda de 100% dos agregados e dos blocos ao longo dos 5 (cinco) primeiros anos.

A partir do cálculo dos indicadores de viabilidade econômica, foi obtido um VPL (Valor Presente Líquido) positivo de R\$4.586.335,04, o que é um indício de que o investimento é rentável. Com uma TIR (Taxa Interna de Retorno) de 23%, que é consideravelmente maior que a TMA (Taxa Mínima de Atratividade), reforça o indicativo de que é um bom investimento. A partir do segundo ano o fluxo de caixa é positivo, então, o investimento inicial deverá ser recuperado em um curto período, de pouco mais de um ano, sendo, portanto, rentável.

Os projetos que requerem investimentos para sua implantação, passam por várias etapas de planejamento até chegar a condição de viabilidade econômica. Os recursos apurados nos estudos acima indicam que o projeto se torna viável, considerados todos os fatores, legais,

estruturais, de infraestrutura e de estudo de mercado. Vale ressaltar que uma empresa dessa que visa a preservação ambiental, consegue facilmente se enquadrar em programas do governo federal de incentivos como o Recicla+, já mencionado neste artigo, onde quem possui tal certificação obtém vantagens, como acesso facilitado ao crédito nas principais instituições financeiras públicas.

O presente estudo não só demonstra que tal investimento é rentável, mas também exercita a conscientização ambiental da população através da reciclagem, com isso toda a comunidade local torna-se a grande beneficiada com geração de empregos, com a conservação dos ecossistemas flora e fauna, reduz o uso de recursos naturais, garantindo uma melhor qualidade de vida para as gerações futuras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a professora orientadora Sheila Leal de Oliveira Loureiro, que durante esse semestre se colocou à disposição, auxiliando e dando suporte para o desenvolvimento deste artigo.

Aos professores do curso de Engenharia Civil que através das aulas ministradas ao longo de tal curso, transferiram seus conhecimentos para que aprendêssemos e tivéssemos a habilidade de concluir este trabalho.

Agradecer a Instituição UNA, que forneceu todo aporte necessário para o nosso desenvolvimento, seja intelectual, hora desenvolvimento como seres humanos, com um olhar mais crítico e nos preparando para os desafios do mundo aqui fora.

Enfim, agradecer a todos aqueles que contribuíram e colaboraram com o desenvolvimento e construção deste projeto.

“O talento vence jogos, mas só o trabalho em equipe ganha campeonatos.” Michael Jordan.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza e Resíduos Especiais . **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo - SP, 2021. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em 21 abr. de 2022.

ALMEIDA, Mauricio B. **Noções Básicas Sobre Metodologia de Pesquisa Científica**. Minas Gerais, 2013. Disponível em: <http://mba.eci.ufmg.br/downloads/metodologia.pdf>. Acesso em 13 jun. 2022

AMBIENTAL, Norte. **Gerenciamento de Resíduos Perigosos: dê o destino correto aos resíduos gerados na sua empresa..** Dê o destino correto aos resíduos gerados na sua empresa.. 2022. Disponível em: <https://norteambiental.com.br/>. Acesso em: 22 jun. 2022.

ANDRADE, M. M. **Como Preparar Trabalhos para Cursos de Pós-Graduação: noções práticas**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7211: Agregados para concreto - especificação**. 3 ed. Rio de Janeiro – RJ: ABNT, 2009. 9 p. E-book. Acesso restrito via Minha Biblioteca

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9781: Peças de concreto para pavimentação - especificação e métodos de ensaio**. 2 ed. Rio de Janeiro – RJ: ABNT, 2013. 21 p. E-book. Acesso restrito via Minha Biblioteca.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**: Resíduos sólidos - classificação. 2 ed. Rio de Janeiro – RJ: ABNT, 2004. 71 p. E-book. Acesso restrito via Minha Biblioteca.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10005**: Procedimento para obtenção de extrato de lixiviado de resíduos sólidos. 2 ed. Rio de Janeiro – RJ: ABNT, 2004. 16 p. E-book. Acesso restrito via Minha Biblioteca.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10006**: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. 2 ed. Rio de Janeiro – RJ: ABNT, 2004. 3 p. E-book. Acesso restrito via Minha Biblioteca.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10007**: Amostragem de resíduos sólidos. 2 ed. Rio de Janeiro – RJ: ABNT, 2004. 21 p. E-book. Acesso restrito via Minha Biblioteca.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 11768-1**: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland Parte 1: requisitos. Rio de Janeiro – RJ: ABNT, 2019. 27 p. E-book. Acesso restrito via Minha Biblioteca.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12721**: Avaliação de custos unitários da construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios e edifícios - procedimentos. 2 ed. Rio de Janeiro – RJ: ABNT, 2006. 91 p. E-book. Acesso restrito via Minha Biblioteca.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15112**: Resíduos construção civil e resíduos volumosos – áreas de transbordo e triagem – diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro – RJ: ABNT, 2004. 7 p. E-book. Acesso restrito via Minha Biblioteca.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15114**: Resíduos sólidos da construção civil – áreas de reciclagem – diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro – RJ: ABNT, 2004. 7 p. E-book. Acesso restrito via Minha Biblioteca.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15900-1**: Água para amassamento do concreto Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro – RJ: ABNT, 2009. 11 p. E-book. Acesso restrito via Minha Biblioteca.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15953**: Pavimento intertravado com peças de concreto - execução. Rio de Janeiro – RJ: ABNT, 2011. 13 p. E-book. Acesso restrito via Minha Biblioteca.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16697**: Cimento Portland - requisitos. Rio de Janeiro – RJ: ABNT, 2018. 12 p. E-book. Acesso restrito via Minha Biblioteca.

BRASIL. Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **História do Entulho**. São Paulo: Abrecon, 2022. Disponível em: <https://abrecon.org.br/entulho/historia-do-entulho/>. Acesso em: 14 maio 2022.

BRASIL. Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **Mercado**. São Paulo: Abrecon, 2022. Disponível em: <https://abrecon.org.br/entulh>

o/mercado/. Acesso em: 14 maio 2022.

BRASIL. Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **O que é Entulho**. São Paulo: Abrecon, 2022. Disponível em: <https://abrecon.org.br/entulho/o-que-e-entulho/>. Acesso em: 14 maio 2022.

BRASIL. Banco Central do Brasil. **Correção de Valor por Índices de Preços**. Banco Central do Brasil, 2022. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAOPublico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores>. Acesso em: 14 maio 2022.

BRASIL. Caixa Econômica Federal. **Referências de preços e custos**. Brasil, 2022. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_648. Acesso em 15 maio 2022.

BRASIL. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Relatório 5 - Composição CUB/m² (Valores em R\$/m²)**. Minas Gerais: Cbic, 2022. Disponível em: https://www.sinduscon-mg.org.br/wp-content/uploads/2022/05/composicao_cub_abril_2022.pdf. Acesso em: 15 maio 2022.

BRASIL. Cemig. **Valores de Tarifas e Serviços**. Minas Gerais: Cemig, 2022. Disponível em: <https://novoportal.cemig.com.br/atendimento/valores-de-tarifas-e-servicos/>. Acesso em: 15 maio 2022.

BRASIL. **Decreto nº 11.044, de 13 de abril de 2022**. Institui o Certificado de Crédito de Reciclagem - Recicla+. Brasília-DF: Diário Oficial da União, 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-11.044-de-13-de-abril-de-2022-393553968> 968. Acesso em: 14 maio 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos: altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília-DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 14 maio 2022.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico: altera a Lei no 9.984, de 17 de julho de 2020; e dá outras providências. Brasília-DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm. Acesso em: 29 jun. 2022.

BRASIL. **Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002**. Brasil: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2022. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/images/conteudo/LivroConama.pdf>. Acesso em: 14 maio 2022.

BRASIL. **Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004**. Brasil: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2022. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/images/conteudo/LivroConama.pdf>. Acesso em: 14 maio 2022.

BRASIL. **Resolução nº 431, de 24 de maio de 2011**. Brasil: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2022. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/images/conteudo/LivroConama.pdf>. Acesso em: 14 maio 2022.

BRASIL. **Resolução nº 448, de 18 de janeiro de 2012.** Brasil: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2022. Disponível em: <http://conama.mma.gov.br/images/conteudo/LivroConama.pdf>. Acesso em: 14 maio 2022.

BRASIL. **Resolução nº 469, de 29 de julho 2015.** Brasil: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2022. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=sisconama&task=arquivo.download&id=688. Acesso em: 14 maio 2022.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações Sobre. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2019.** 2020. Disponível em: <http://snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-do-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-2019>. Acesso em: 23 maio 2022.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Custos Unitários Básicos de Construção.** Minas Gerais: Cbic, 2022. Disponível em: <http://www.cub.org.br/cub-m2-estadual/MG/>. Acesso em: 15 maio 2022.

CANEJO, Carlos. **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos:** múltiplas perspectivas para um gerenciamento sustentável e circular. Rio de Janeiro: Freitas Bastos Editora, 2022. E-book. Acesso restrito via Minha Biblioteca.

CASTANHEIRA, Nelson Pereira. **Modelos de Análise Quantitativos.** Curitiba: Contentus, 2020. E-book. Acesso restrito via Minha Biblioteca.

CORDEIRO, Gisele do Rocio; MOLINA, Nilcemara Leal; DIAS, Vanda Fatorri. **Orientações e Dicas Práticas para Trabalhos Acadêmicos.** 2. ed. Curitiba: Intersaberes, 2014. E-book. Acesso restrito via Minha Biblioteca.

CURTI, Rubens. **Propriedades e Dosagem do Concreto.** [S.l.]: Associação Brasileira de cimento Portland, 2022, 42 p. Disponível em: http://www.ime.eb.br/~moniz/matconst2/dosagem_abcp.pdf. Acesso em: 16 abr. 2022.

FINANCEIRO, Dicionário. **O que é VPL e Como Calcular.** [S.l.]: 2022. Disponível em: <https://www.dicionariofinanceiro.com/valor-presente-liquido/>. Acesso em: 15 maio 2022.

FREITAS, Z. B. e PIRES, R. P. **Manual para Elaboração de Projetos.** Sete Lagoas: Centro Universitário de Sete Lagoas, 2012, 115 f. Não Publicado.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE ADMINISTRAÇÃO. **Markup:** o que é, como funciona, como calcular e exemplos. [S.l.]: 2018. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/markup/>. Acesso em: 15 maio 2022.

GUALBERTO, Alane Bessa. **Avaliação do Uso de Resíduos da Construção Civil Reciclados como Agregados do Concreto em Um Pátio de Compostagem.** Viçosa: Locus UFV, 2017. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/11944/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 15 maio 2022.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4ª Ed. São Paulo: Atlas S.A. 2002, 175 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama.** 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/sete-lagoas/panorama>. Acesso em: 15 maio 2022.

IDINHEIRO. **Calculadora de Custo de Funcionário para Empresa:** cálculo de estimativa de valor desembolsado por uma empresa para manter um funcionário. [S.l.]: 2022. Disponível em: <https://www.idinheiro.com.br/calculadoras/calculadora-custo-de-funcionario-para-empre-sa/>. Acesso em: 16 maio 2022.

JADOVSKI, Iuri. **Diretrizes Técnicas e Econômicas para Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção civil.** 2005. 180 p. Trabalho de Conclusão (Mestrado em Engenharia). Escola de Engenharia, UFRGS, Porto Alegre, 2005.

KUHN, Claison; BRUM, Eduardo Madeira; BERTICELLI, Ritielli; PANDOLFO, Adalberto; PASQUALI; Pâmela Bia. **Análise de Viabilidade Econômica de uma Usina de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil.** 2017. TCC (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: file:///C:/Users/Gaby%20Menezes/Downloads/admin,+P478e_AN%C3%81LISE+DE+VIABILIDADE+ECON%C3%94MICA+DE+UMA+USINA+DE+RECICLAGEM+DE+RES%C3%8DDUOS+DA+CONSTRU%C3%87%C3%83O+CIVIL_4600-12400-1.pdf. Acesso em: 10 maio 2022.

PAHIM, Fábio Jr.; GARCIA, Marcos. **A Volta do Mercado Imobiliário.** São Paulo - SP: ABECIP, 2019. Disponível em: <https://abeciprevista.org.br/a-volta-do-mercado-imobiliario/>. Acesso em: 15 abr. 2022.

PUC-CAMPINAS. **Usina de Reciclagem.** Campinas: PUC-Campinas, 2022. Disponível em: <https://www.puc-campinas.edu.br/museu-anterior/usinas-de-reciclagem/#:~:text=As%20usinas%20de%20reciclagem%20t%C3%AAm,de%20reutiliza%C3%A7%C3%A3o%20dessas%20materiais%20primas>. Acesso em: 15 abr. 2022.

MICROSOFT, *Office Excel*. [S. l.]: Microsoft Corporation, 2016.

MINAS GERAIS. Agência de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte. **Pensar Metropolitano:** as funções públicas de interesse comum. Belo Horizonte, 2021. Disponível em: http://www.agenciarmbh.mg.gov.br/wp-content/uploads/2022/01/Pensar_Metropolitano_2021-v2.pdf. Acesso em: 15 abr. 2022.

NAGALLI, André. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2014. E-book. Acesso restrito via Minha Biblioteca.

Research, Capital. **Payback Simples:** o que é e como calcular. 2020. Disponível em: <https://capitalresearch.com.br/blog/payback-simples/>. Acesso em: 15 maio 2022.

ROLON, Vanessa Estela Kotovicz. **Composto Mercadológico:** conceitos, ideias e tendências. Curitiba - PR: Intersaberes, 2018. E-book. Acesso restrito via Minha Biblioteca.

SALARIO. **Tabela Cargos e Salários 2022:** Piso salarial das profissões. Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.salario.com.br/tabela-salarial/?cargos=A#listaSalarial>. Acesso em: 16 maio 2022.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Viabilidade Financeira.** Brasil, 2022. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pr/artigos/viabilidade-financeira,4e8ccd18a819d610VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso: em 26 maio 2022.

SETE LAGOAS-MG. **Decreto nº 5.542 de 27 de setembro de 2016:** institui o regulamento do plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil do município de sete lagoas e dá outras providências. Sete Lagoas-MG: Prefeitura Municipal de Sete Lagoas, 2015. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/mg/s/sete-lagoas/decreto/2016/555/5542/decreto-n-5542-2016-institui-o-regulamento-do-plano-integrado-de-gerenciamento-de-residuos-da-construcao-civil-do-municipio-de-sete-lagoas-e-da-outras-providencias>. Acesso: 22 maio 2022.

SETE LAGOAS-MG, Prefeitura Municipal de Sete Lagoas. **Plano Municipal de Saneamento Básico:** produto 4 – programas, projetos e ações (PPA). Sete Lagoas-MG: DRZ, 2015. Disponível em: <http://www.saaesetelagoas.com.br/phocadownload/guia/plano-municipal-de-saneamento-basico.pdf>. Acesso: 22 maio 2022.

SETE LAGOAS-MG, Serviço Autônomo de Água e Esgoto. **Tabela de Tarifa.** Sete Lagoas-MG: SAAE, 2021. Disponível em: <http://www.saaesetelagoas.com.br/servicos/tabela-tarifaria>. Acesso em: 23 maio 2022.

TECNOSIL. **O que é Pavimento Intertravado.** Itupeva-SP: Tecnosil, 2022. Disponível em: <https://www.tecnosilbr.com.br/pavimento-intertravado-por-que-ele-pode-ser-uma-otimasolucao-para-a-suaconstrucao/#:~:text=Tratam%2Dse%20de%20blocos%20de,a%20utiliza%C3%A7%C3%A3o%20imediata%20do%20pavimento>. Acesso em: 15 maio 2022.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. 2006. **Abastecimento de Água.** São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 658 p. 4ª ed. Disponível em: <https://pdfcoffee.com/abastecimento-de-agua-tsutiya-4-pdf-free.html>. Acesso em: 20 abr. 2022.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração.** 5. ed. São Paulo: Atlas S.A, 2004.