



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

MAGDIELL ANGELO RODRIGUES FREITAS

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA NA UTILIZAÇÃO DE
RESÍDUOS DE CONCRETO E PRÉ-MOLDADOS FABRICADOS PARA A
PRODUÇÃO DE PISOS INTERTRAVADOS**

ANGICOS/RN

2023

MAGDIELL ANGELO RODRIGUES FREITAS

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA NA UTILIZAÇÃO DE
RESÍDUOS DE CONCRETO E PRÉ-MOLDADOS FABRICADOS PARA A
PRODUÇÃO DE PISOS INTERTRAVADOS**

Trabalho Final de Graduação apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Igor José Nascimento de Medeiros,
Prof. Eng.

ANGICOS/RN

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

FF866 Freitas, Magdiell Angelo Rodrigues.
e ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO- FINANCEIRA NA
UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONCRETO E PRÉ-MOLDADOS
FABRICADOS PARA A PRODUÇÃO DE PISOS INTERTRAVADOS
/ Magdiell Angelo Rodrigues Freitas. - 2023.
46 f. : il.

Orientador: Igor José Nascimento de Medeiros
Medeiros.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2023.

1. intertravados. 2. concreto. 3. rcc. 4.
resíduos . I. Medeiros, Igor José Nascimento de
Medeiros, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).

Biblioteca Campus Angicos
Bibliotecário: Helder Romero Maia Duarte
CRB: 15/673

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MAGDIELL ANGELO RODRIGUES FREITAS

**ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA NA UTILIZAÇÃO DE
RESÍDUOS DE CONCRETO E PRÉ-MOLDADOS FABRICADOS PARA A
PRODUÇÃO DE PISOS INTERTRAVADOS**

Trabalho Final de Graduação apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 18 / 05 / 2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 IGOR JOSE NASCIMENTO DE MEDEIROS
Data: 19/05/2023 13:39:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Nome do orientador, Prof. Igor José Nascimento de Medeiros
Presidente

Documento assinado digitalmente
 VALQUIRIA MELO SOUZA CORREIA
Data: 19/05/2023 12:17:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Nome do Examinador Interno, Prof. Dra. Valquíria Melo Souza Correia
Membra Examinadora

Documento assinado digitalmente
 FRANCISCO SOARES ROQUE
Data: 19/05/2023 13:45:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Nome do Examinador Externo, Prof. Francisco Soares Roque
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por se fazer presente em minha vida nesse momento apresentando este trabalho.

Agradeço aos meus pais Moab Sarleno Rodrigues Freitas, Aliangela Rodrigues de Oliveira por me apoiar nessa caminhada ajudando de todas as formas possíveis para manter meus estudos, preparando para um futuro melhor e por todos os conselhos que me deram em meios a todas as dificuldades.

As minhas avós Lurdes e Francisca por sempre me auxiliar com todos seus conselhos e palavras todas as vezes que necessário e todas suas orações.

Agradeço a minha irmã que por todas as brincadeiras ela não fazia ideia de quanto aquilo me ajuda.

Ao meu primo Mazuki que me ajudou entre nossas conversas mesmo antes de chegar até aqui, sempre me escutou e aconselhou.

A toda a minha família que de alguma me encorajou e contribui para que fosse possível eu concluir essa etapa.

Agradeço ao meu Orientador por me guiar durante a fundamentação e construção deste trabalho, desde a escolha da forma como seria feito a pesquisa bibliográfica até a os resultados.

Agradeço a Banca Examinadora por avaliar e mostrar críticas construtivas deste trabalho.

Agradeço aos meus amigos desde que cheguei a Angicos me acompanharam e me ajudaram.

“Os cientistas estudam o mundo como ele é. Os engenheiros criam um mundo como ele nunca havia sido.”

Theodore Von Kármán

RESUMO

A construção civil é caracterizada pela grande movimentação e utilização de recursos naturais e se destaca entre as outras profissões como uma das que mais degradam o meio ambiente devido ao grande descarte de resíduos. Por causa disso, as empresas estão se preocupando cada vez mais em reutilizar resíduos que possivelmente seriam jogados fora, e pesquisadores da área estudam diariamente possíveis formas de modificarem a realidade em que se produz hoje em dia. A reutilização destes já se faz comum como sendo agregados na produção de outros materiais, tais como: tijolos ecológicos, blocos de solo-cimento e bloquetes de concreto. O objetivo deste trabalho é estudar a possibilidade da reutilização de pré-moldados de uma empresa especializada nisto, a fabricação de peças de pisos intertravados, diminuindo dessa forma a quantidade de descarte e viabilizando uma nova forma da empresa em questão lucrar com outro negócio. Foi utilizado da pesquisa bibliográfica como sendo uma das principais metodologias deste trabalho e reuniu-se projetos de diversos autores e pesquisadores que trazem essa mesma temática. Chegou-se à conclusão que é possível sim a reutilização de pré-moldados na fabricação de bloquetes de concreto e que a produção das peças traz mais benefícios do que o descarte do resíduo.

Palavras-chave: Construção civil. Recursos Naturais. Resíduos. Bloquetes de concreto.

ABSTRACT

Civil construction is characterized by the great movement and use of natural resources and stands out among other professions as one of the most polluting the environment due to the large disposal of waste. Due to this fact, companies are increasingly concerned with reusing waste that would possibly be thrown away, and researchers in the area study daily possible ways to modify the reality in which it is produced today. An example of these companies would be those in the field of transport and distribution of energy, which use a lot of pre-molded concrete and when they deteriorate they must be discarded and thrown away, however, their reuse is already common as aggregates in the production of other materials, such as: ecological bricks, soil-cement blocks and bloquetes de concreto. The objective of this work is to study the possibility of reusing pre-molded parts from a company specialized in this, the manufacture of parts for interlocking floors, thus reducing the amount of disposal and enabling a new way for the company in question to profit from another business. Bibliographical research was used as one of the main methodologies of this work and projects from different authors and researchers that bring this same theme were gathered. It was concluded that it is indeed possible to reuse precast elements in the manufacture of bloquetes de concreto and that the production of parts brings more benefits than the disposal of waste.

Keywords: Construction. Natural resources. Waste. concrete blocks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Estradas romanas construídas para a locomoção de tropas do Império Romano	17
Figura 2	– Piso intertravado de concreto	18
Figura 3	– Imagens dos diferentes tipos de piso intertravados, de acordo com a NBR 9781	21

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Resistência à compressão das peças de blocos intertravados	21
Quadro 2	Critérios para resistência à abrasão das peças de blocos intertravados	22
Quadro 3	Gastos com o descarte dos resíduos sólidos da construção civil da empresa Alfa	28
Quadro 4	Valores por cada tonelada de resíduo sólido transportado para a reciclagem	29
Quadro 5	Detalhes dos custos que a Beta tem com a produção e fabricação com as peças de intertravados	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
RCC	Resíduo da Construção Civil

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
R\$	Reais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Objetivo Geral	15
1.1.2 Objetivos Específicos	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Reciclagem na Construção Civil	17
2.2 Histórico dos pisos intertravados	17
2.4 Pavers ou piso intertravado	19
2.4 Fabricação dos pisos intertravados	20
2.5 Normas brasileiras para peças de concreto para pavimentação	21
2.5.1 ABNT NBR 9781	21
2.5.2 ABNT NBR 15953	23
2.5 Descarte de pré-moldados de concreto	24
2.6.1 Riscos de contaminação	25
2.7 Índices de reutilização do concreto na engenharia civil	26
3 MATERIAIS E MÉTODOS	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 Gastos mensais que a empresa tem com descarte de resíduos da construção civil (RCC)	28
4.2 Financeiro mensal da Beta em relação a fabricação de intertravados	29
4.3 Viabilidade econômica encontrada entre descarte de resíduos e fabricação de intertravados	30
5 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	33
ANEXOS	34
ANEXO A – NOTAS FISCAIS REFERENTES AO TRANSPORTE DE RESÍDUOS SOLIDOS DA EMPRESA Alfa	34
ANEXO B – QUADROS DE GASTOS MENSAIS DA EMPRESA BETA COM A PRODUÇÃO E FABRICAÇÃO DE BLOCOS PARA PISOS INTERTRAVADOS	43

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da demanda na construção civil, o acúmulo de resíduos sólidos está cada vez maior, e, com isso, o crescimento nos números de resíduos não reutilizados torna-se mais preocupante para pesquisadores e profissionais desta área. A diminuição dos impactos ambientais na construção civil se dá através da reciclagem dos resíduos. Ser uma empresa sustentável na atualidade é sinônimo de cuidado e responsabilidade ambiental (FIGUEIREDO, 2022).

De acordo com a Lei 12.305/10 Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual prevê programas de prevenção e a redução na geração de resíduos, tem com uma de suas principais metas a prática de hábitos sustentáveis e uma série de fatores que visam a propiciar o aumento da reciclagem e reutilização de resíduos sólidos.

Ao falar em construção civil e resíduos sólidos, é relevante inserir, neste contexto, o concreto que, segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2013), é o material mais utilizado do mundo, por isso este produto tem sido foco de diversos estudos e pesquisas que procuram formas diversas de uso e manuseio, além de reutilização, envolvendo a parte de resíduos a fim de torná-lo em outro tipo de material.

A pesquisa se faz necessária pois a reutilização de materiais como esses diminuem cada vez mais a poluição e o acúmulo de resíduos sólidos em aterros e locais de grande concentração de lixo. E também, incentiva a criação de novos materiais de construção mais ecológicos e gerados com menos impacto a natureza.

Por isso, o presente trabalho foi desenvolvido em uma empresa de reciclagem, localizada na cidade de Maracanaú, no estado do Ceará. A mesma tem como um dos seus objetivos expandir o negócio para a área de construção civil, utilizando um material que hoje é descartado pela empresa, por motivos de até então não terem conseguido um destino para o concreto como resíduo sólido.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Analisar, através da pesquisa bibliográfica, a possibilidade da reutilização do concreto na fabricação de pisos intertravados e, posteriormente, fazer através de uma pesquisa de campo, um comparativo entre o custo que a empresa tem para descartar o resíduo e o custo de a empresa aproveitar o material.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Levantar índices de reutilização de concreto na construção civil.
- Desenvolver um método de como a empresa poderia começar a reciclar esse concreto.
- Comparar os custos de fabricação de pisos intertravados usando resíduos dos pré-moldados ali fabricados com o transporte desses materiais para um destino adequado de coleta.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Reciclagem na Construção Civil

De acordo com Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2010), a construção civil consome diversos recursos naturais e conseqüentemente gera impactos ambientais, a ideia de reciclar veio na tentativa de amenizar esses impactos. Em 2016, estimou-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelas atividades humanas sejam da construção (MMA, 2010).

A Associação Brasileira de Cimento Portland (2013) afirma que o concreto é o produto mais utilizado no mundo e isso se dá pela alta demanda na construção civil. No Brasil, este crescimento é devido à expansão da urbanização. Dessa forma, quanto mais a construção civil cresce, mas o consumo e produção do concreto irá crescer também. Por isso, se torna tão importantes estudos que destinam os rejeitos desse material para que não se transforme em entulho ou lixo.

Entre os anos de 2005 e 2012, o aumento na produção de concreto foi de 180% nesse período e ultrapassou a produção de cimento, que nos mesmos anos chegou a um aumento de apenas 80%. No fim do ano de 2012, a produção de concreto chegou a 51 milhões de metros cúbicos aqui no Brasil. Apesar de ser uma notícia muito boa para quem trabalha com a construção civil, preocupa também pelo fato da quantidade de recursos naturais gastados para a produção desta quantidade de material (FILHO, 2018).

Essas atividades exercidas na construção, de acordo com Barreto, é uma das que mais causam impacto ambiental, pois 40 a 75% dos recursos naturais são utilizados nessa área, o que gera bastantes resíduos sólidos (BARRETO, 2016).

2.2 Histórico dos pisos intertravados

Há 3.500 anos a.C., ocorreu na Mesopotâmia, onde hoje fica localizada a Turquia, a invenção da roda. Estas rodas eram constituídas de madeira e eram bem resistentes e um pouco diferente do que se conhece hoje em dia. Foi a partir daí que também se começou a pensar nos primeiros meios de transportes, as primeiras máquinas utilizadas nas reformas industriais e também nas primeiras estradas, a final, como as rodas eram bastantes resistentes, necessitavam também de estradas que fossem resistentes ao uso para transportes (PURIFICAÇÃO, 2009).

Os primeiros povos a utilizarem a roda como forma de transporte de pessoas e se preocupavam sempre com o conforto e resistência entre as viagens percorridas e foi assim que começaram a utilizar no revestimento, pedras de mão e areia para o preenchimento das juntas,

eles eram os materiais mais conhecidos e disponíveis na época. Com isso, os Romanos começaram a herdar várias técnicas de construção ao longo dessas criações e descobertas, e utilizavam essas técnicas em seus milhares de metros quadrados de estradas construídas no Império Romano para o deslocamento mais rápido de suas tropas (PURIFICAÇÃO, 2009).

Geralmente construídos apenas com solos arenosos e pedras naturais, no início era a forma mais simples que eles construíam seus caminhos, porém, com o passar do tempo foram sofisticando os seus métodos construtivos e criando pavimentos a partir de pedras talhadas em formatos retangulares, como podemos ver na Figura 1.

Figura 1: Estradas romanas construídas para a locomoção de tropas no Império Romano.



Fonte: Pedro Silva (2009).

Como pode-se observar, as calçadas e estradas construídas pelos romanos eram feitas com pedras talhadas de formatos retangulares e que naquela época já lembravam as peças de concreto que são fabricadas hoje em dia e conhecidas como bloquetes de concreto ou pisos intertravados.

Muller (2005) declara que, quando se coloca uma camada sobre um terreno natural, arenoso e terraplenado, para fins de aumentar a resistência e servir para o deslocamento de pessoas ou veículos, esses podem ser chamados de pisos intertravados. O autor ainda comenta que entre os materiais utilizados na construção civil para estradas e calçadas, que são mais

resistentes são os materiais rochosos, como pedras britadas, concreto de cimento e concreto asfáltico.

Por fim, as primeiras peças mais sofisticadas desenvolvidas ocorreram na Holanda e Alemanha, no período de reconstrução dos países após a Segunda Guerra Mundial. A partir de meados de 1950, houve a evolução de vários materiais e adequações no modo de construir, o que levou na melhoria dos blocos naturais e na fabricação de peças de concreto. Essas peças imitavam tijolos e pedras aparelhadas (PURIFICAÇÃO, 2009).

2.3 Pavers ou piso intertravado

Bloquetes de concreto ou piso intertravado são revestimentos que são assentados em terrenos arenosos que já fazem papel do rejunte o que lhes proporcionam uma permeabilidade maior e que são capazes de resistir a diferentes tipos de cargas, sejam elas de humanos até meios de transportes de variáveis tamanhos e pesos (VIRGILIIS, 2009). Este tipo de piso possui uma grande resistência o que proporcionam uma grande vida útil as estradas ou calçadas e, assim, uma boa relação entre o custo e benefício. Geralmente são fabricadas todas com o mesmo tamanho e forma e são compactadas no local.

Segundo a NBR 9781 (ABNT, 2013), os bloquetes de concreto ou pisos intertravados são blocos de concretos pré-moldados que são geralmente encontrados em revestimentos de pavimentos. Esses blocos se encaixam uns aos outros por causa de seu formato e não necessitam de rejuntamento ou algo do tipo. Na Figura 2, pode-se perceber como é esse tipo de revestimento.

Figura 2: Piso intertravado de concreto.



Fonte: Vogelsanger Britagem (2022).

A figura anterior mostra o estilo mais conhecido de pisos intertravados e a técnica de se encaixar as peças mais utilizada em construções de pavimentos e calçadas.

A facilidade de colocar e retirar os blocos de um lugar torna-se uma das grandes vantagens desse pavimento, que ultimamente está entrando nos lugares do asfalto e do concreto em si (FILHO, 2018). Para Hallack (2001), o revestimento intertravado tem uma grande capacidade estrutural e de valor paisagístico.

Em estudos que citam desenvolvimento sustentável e preocupações com o meio ambiente, os pisos intertravados de concreto começam a se tornar uma grande alternativa para os outros tipos de pavimentação de vias, estacionamentos ou calçadas para pedestres (SILVA, 2015).

No Brasil, quando iniciaram a sua aplicação, por motivos de não atenderem aos critérios que eram necessários para o seu bom desempenho, os blocos ficaram de certa forma mal vistos. Enquanto isso em outros países a sua utilização só crescia cada vez mais (LOPES, 2014).

Ao passar a ser bem utilizado no país, os bloquetes de concreto se transformaram de certa forma bastante consumidos. Por isso começou a preocupação em como transformá-lo em um material mais sustentável. Daí criaram vários métodos para que isso acontecesse e um desses métodos foi a utilização de resíduos de construção e ou demolição, que através destes pode-se obter tanto o agregado miúdo quanto o agregado graúdo para a fabricação dos blocos (CARVALHO, 2018).

2.4 Fabricação dos pisos intertravados

A primeira peça pré-moldada de concreto foi fabricada no final do século XIX e foram registradas algumas delas antes da primeira guerra mundial. Com isso, não demorou muito para que as pessoas passassem a conhecer essas peças e começarem a comercializá-las, pois elas forneciam uniformidade em seu uso, o que era bastante difícil obter com as pedras naturais (PURIFICAÇÃO, 2009).

Hoje em dia, a fabricação desse material é feita a partir de prensas chamadas de vibro prensa ou até mesmo manualmente. Isso vai depender da forma, tamanho, tipo de motor, formas de alimentação, quantidade de produção e outros fatores (FILHO, 2018).

Na fabricação manual ocorre de forma que necessita diretamente do serviço braçal, pois o concreto é lançado e prensado manualmente, isso influencia bastante na quantidade de tempo gasto e na qualidade das peças, que por ser exercida menos força, pode ser diferente que as peças prensadas em máquinas hidráulicas. Já as vibro prensas tem uma desforma em paletes e sua capacidade produtiva irá depender de seu tamanho e forma (PURIFICAÇÃO, 2009).

Após a modelagem das peças, como qualquer outro tipo de material feito com concreto, as peças de intertravados passam por uma cura em câmaras que mantem a umidade relativa do

ar acima de 95%, isso faz com que a hidratação das peças seja relativa e não ocorra absorção da água tão rápido, fazendo com que as mesmas sejam mais resistentes a fissuras e trincas. Essa cura leva em torno de 24 horas no mínimo e continua-se esse processo nos pátios, podendo variar de 7 a 28 dias, e a partir disso, as peças estarão prontas para comercialização (PURIFICAÇÃO, 2009).

Atualmente a fabricação de pisos intertravados vem sendo cada vez mais comum por consequência da reutilização de materiais que futuramente não teriam mais utilidade, como por exemplos: restos de concreto retirados de demolições, cacos de telhas e tijolos de fabricas, britas e pedras preciosas, e até mesmo borracha. Diversos estudos são feitos diariamente para o aproveitamento desses resíduos e por isso as fabricas estão cada vez mais interessadas nesta fabricação, tanto para o ganho de lucro quanto para a diminuição de agregados jogados fora por causa de suas produções (CARVALHO, 2018).

2.5 Normas brasileiras para peças de concreto para pavimentação

2.5.1 ABNT NBR 9781

A construção civil para ser executada no nosso país exige diversas normas e legislações que regem o modo correto em que se deve construir para que não haja problemas futuros. A maioria dessas leis e normas são disponibilizadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), e para a fabricação de peças de concreto para pavimentação não seria diferente (FILHO, 2018).

A norma ABNT NBR 9781 – Peças de concreto para pavimentação – Especificações e métodos de ensaio, se tornou válida a partir do dia 7 de fevereiro de 2013 e nela se estabelece os requisitos e métodos de ensaio exigidos para a aceitação de peças de concreto para a utilização em pavimentação intertravada para ser utilizada por pedestres, veículos dotados de pneus e áreas de armazenamento de produtos em geral.

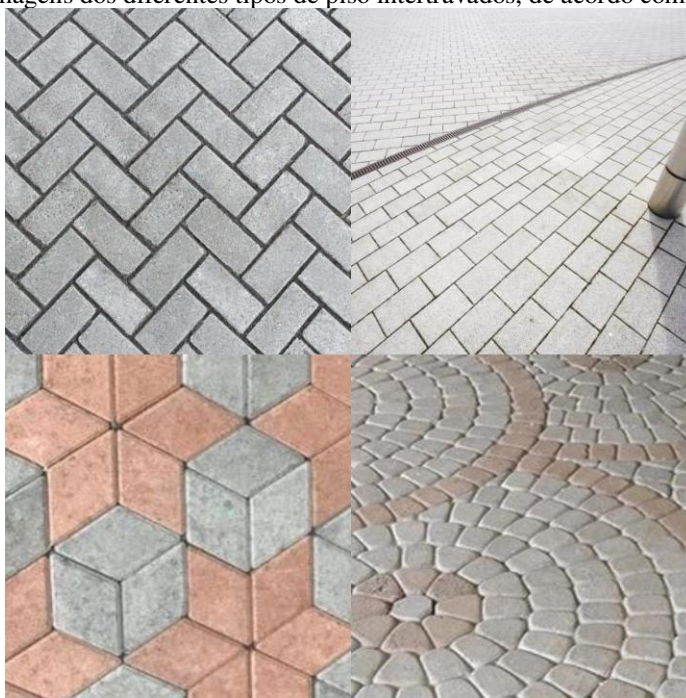
A norma citada ainda traz várias referências normativas, dentre elas estão as normas referentes ao cimento Portland, agregados para concreto, aditivos químicos para concreto, água para amassamento do concreto e a ABNT NBR 15953 – Pavimento Intertravado com peças de concreto – Execução, que é a segunda norma que traz mais sobre pavimentos intertravados.

Para a fabricação dessas peças a norma apresenta alguns requisitos gerais, onde dentre eles pode-se citar: o concreto utilizado nas peças devem ser constituídos de cimento Portland, agregados e água; o cimento pode ser de qualquer tipo e devem obedecer às ABNT NBR 5732, ABNT NBR 5733, ABNT NBR 5735, ABNT NBR 5736, ABNT NBR 11578 e ABNT NBR

12989; Os agregados podem ser naturais, industriais ou reciclados, obedecendo à ABNT NBR 7211; a água de amassamento deve atender à ABNT NBR 15900-1; os aditivos devem atender à ABNT NBR 11768 (ABNT, 2013).

Em relação ao formato das peças a NBR 9781 apresenta quatro tipos: peças de concreto com formato próximo ao retangular; peças de concreto com formato único, diferente do retangular e que só são assentados em fileiras; peças de concreto com formatos geométricos característicos, como trapézios, hexágonos, triédros, entre outros, além de peças de concreto de diferentes tamanhos ou com juntas falsas. Na Figura 3, pode-se observar alguns exemplos desses tipos.

Figura 3: Imagens dos diferentes tipos de piso intertravados, de acordo com a NBR 9781.



Fonte: Adaptado Google imagens (2023)¹

Quanto a resistência a compressão das peças de intertravados a norma especifica um valor para cada forma de uso que o bloco será solicitado. No Quadro 1, foi especificado esses valores.

¹https://www.google.com/search?q=+imagens+dos+diferentes+tipos+de+piso+intertravados,+de+aco+rd+com+a+NBR+9781.&sxsrf=APwXEddMygdaYlaiMdwrmH3NjvftaT18sw:1683469986146&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjHoI60tuPAhUFqpUCHUNoASEQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1536&bih=754&dpr=1.25#imgrc=exdMD7XU3JIfVM

Quadro 1: Resistência à compressão das peças de blocos intertravados.

Forma de uso	Resistência aos 28 dias (Mpa)
Passagem de pedestres, veículos leves e comerciais	≥ 35
Passagem de veículos especiais e capazes de produzir efeitos de abrasão acentuados	≥ 50

Fonte: Adaptado de ABNT (2013).

Para pisos onde haverá apenas a passagem de pedestres e veículos leves e comerciais (transporte de pessoas), o valor da resistência terá que ser maior ou igual a 35 Mpa após 28 dias de cura. Já para pisos onde haverá o tráfego de veículos especiais, como caminhões e carros que são mais pesados, a resistência é de maior ou igual a 50 Mpa após 28 dias de cura (ABNT, 2013).

Quanto a absorção de água as peças devem apresentar valores de absorção menores ou iguais a 6% não sendo permitido nenhum valor individual maior do que 7%. E para valores de resistência a abrasão as especificações foram disponibilizadas no Quadro 2.

Quadro 2: Critérios para resistência à abrasão das peças de blocos intertravados.

Forma de uso	Cavidade máxima (mm)
Passagem de pedestres, veículos leves e comerciais	≤ 23
Passagem de veículos especiais e capazes de produzir efeitos de abrasão acentuados	≤ 20

Fonte: Adaptado de ABNT (2013)

Para pisos onde haverá tráfego apenas de pedestres e veículos leves a cavidade máxima deverá ser menor ou igual a 23 mm e para pisos que haverá passagem de veículos mais pesados o valor da cavidade máxima será de menor ou igual a 20 mm (ABNT, 2013).

2.5.2 ABNT NBR 15953

A norma disponibilizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 15953, estabelece os requisitos para a execução de pavimentos feitos com blocos intertravados e não envolve requisitos de projetos e construção das camadas de base. A mesma se aplica a pavimentação de concreto sujeita ao tráfego de pedestres, de veículos dotados de pneumáticos e áreas de armazenamento de produtos (ABNT, 2011).

Na presente norma, é especificado cada termo e especificações utilizadas na execução desse piso, são eles: pavimento, base, sub-base, subleito, leito, estrutura, índice de suporte Califórnia – (ISC ou CBR), pavimento flexível, pavimento intertravado, intertravamento, intertravamento vertical, intertravamento horizontal, intertravamento rotacional,

intertravamento giracional, peça de concreto, revestimento, camada de assentamento, contenção, material de rejuntamento, junta e espaçador de junta (ABNT, 2011).

Sobre os projetos devem: ser avaliados as condições e características do leito; estimativa das condições de carregamento quanto ao tipo de solicitação; compatibilizar o sistema de drenagem; especificar a estrutura de fundação e do sistema de contenção do pavimento e executar o detalhamento de paginação. Já em relação a execução da obra será necessário: atender a todos os requisitos do projeto; receber e aceitar as peças de concreto e demais materiais; trabalhar com pessoas capacitadas; utilizar equipamentos apropriados e informar ao projetista sobre condições não previstas (ABNT, 2011).

2.6 DESCARTE DE PRÉ-MOLDADOS DE CONCRETO

Entre os materiais que mais são desperdiçados e descartados por empresas no ramo da energia elétrica, estão os postes de concreto. Por diversos motivos, esses postes são jogados fora ou são trocados por outros, e os antigos vão sendo descartados e virando rejeito e entulho (FERREIRA, 2016).

Hoje em dia é bastante comum a reutilização do ferro utilizado nesses postes para diversos outros fins, pois como a ferragem por estar coberta e protegida pela camada de concreto, a sua conservação era bem grande e estava distante das ações do meio ambiente.

Porém, com a retirada desse ferro, não se pensava em como poderia ser utilizado o concreto que foi quebrado desses postes. E esse concreto acabava que ia parar em lixões. Por isso, a diversidade hoje em dia em trabalhos e pesquisas que reutilizam esse concreto como agregado para diversos outros materiais utilizados na construção civil e em obras de diversas áreas.

O procedimento geralmente consiste em fragmentar, primeiro manualmente esses postes e depois com uma ajuda de maquinários deixar esses resíduos menores para que, de acordo com a finalidade, ele seja reutilizado.

2.6.1 Riscos de Contaminação

A construção civil é uma importante profissão para economia e um dos principais pilares do setor industrial e que movimenta uma grande quantidade de trabalhadores e investidores em todos os lugares. E é por causa dessa potencialização que a partir do seu crescimento observa-se o quanto esse ramo carrega pontos negativos, tais como a grande quantidade de resíduos

sólidos dispostos no meio ambiente e os riscos de contaminação que isso pode gerar se não houver uma destinação correta destes (SILVA, 2020).

Bartholo (2019), em suas pesquisas, observou que em pequenas e grandes cidades do nosso país, a construção civil despeja cerca de 40 a 70% do total produzido nos municípios gerando assim resíduos sólidos no meio ambiente. Dessa forma estima-se que a prática da construção é uma potencial de degradação da natureza.

Os descartes acontecem diariamente e são despejadas toneladas de entulho em áreas impróprias, como: córregos, vias públicas, locais próximos a mananciais e terrenos baldios, o que acarreta um problema de degradação socioambiental em cidades e estados brasileiros. Esse acúmulo de resíduos da construção civil (RCC), além de impactos ambientais, tais como: obstrução de sistema de drenagem e córregos de água, riscos à saúde pública pela atração de vetores não desejados (CÓRDOBA, 2014).

No Brasil, a Resolução do CONAMA número 307/02 (BRASIL, 2002) criou uma lei em que os municípios devem proibir a destinação de resíduos da construção civil (RCC) em aterros de resíduos sólidos urbanos, encostas, corpos de água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei. Com essa legislação pretendeu a redução dos impactos ambientais gerados pelos RCC visando uma melhoria da qualidade social, econômica e ambiental.

2.7 ÍNDICES DE REUTILIZAÇÃO DO CONCRETO NA ENGENHARIA CIVIL

A indústria da construção civil sempre foi uma das maiores do planeta. O hábito de construir desde muito tempo foi algo que gerou muito emprego, e muita renda fixa para as pessoas que trabalhavam nesse meio. Em contrapartida, essa área também sempre foi uma grande causadora de impactos ambientais, pois, necessita de recursos naturais em todos os materiais utilizados, e com o passar do tempo percebeu-se o grande desperdício e restos de construções que eram descartados em lixos e aterros, gerando uma alta demanda para o meio ambiente. Chegou um momento em que esse descarte começou a preocupar pesquisadores ambientais e engenheiros, ao ponto de se recriar uma nova forma de construir, reutilizando restos da construção e fabricando novos materiais com resíduos de construções antigas (SILVA, 2017).

O concreto é um desses materiais, em que a sua produção e utilização ultrapassa um número muito alto. Para se ter noção, segundo Brasileiro (2015), estima-se que aproximadamente 200 milhões de toneladas de resíduos de concreto são produzidos anualmente na China, esse valor aumenta cada vez mais, de temporada em temporada sempre que a

construção está em alta, por isso o concreto se tornou um dos materiais mais reciclados e mais reutilizados como agregados para a fabricação de novos materiais, através de estudos como de antecedência desse resíduos e dos seus esforços a compressão (BRASILEIRO, 2015).

Segundo Lopes (2023), o setor da construção civil chega a um percentual de 30% de todos os resíduos gerados no mundo, no Brasil chega a 14,5%, e quando se trata necessariamente de resíduos sólidos, esse valor chega a variar de 40 a 70%. A reciclagem começou a se expandir entre a área na última década, porém ainda é uma técnica ainda difícil de se encontrar devido a problemas com a padronização dos processos de reciclagem, que garantem aos agregados características adequadas para o uso nas diversas etapas da construção (LOPES, 2023).

Esse índice de reutilização de resíduos de materiais e do próprio concreto já é bastante comum em alguns países mais desenvolvidos que o Brasil, porém, a preocupação por parte das construtoras, ambientalistas e estudantes já é um número significativo para começarmos uma prática de reutilização, já que a indústria da construção no país se torna maior a cada ano (SOUZA *et al.*, 2021).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa apresenta o método dedutivo que parte de princípios gerais a casos específicos (do macro para o micro). “A questão fundamental da dedução está na relação lógica que deve ser estabelecida entre as proposições apresentadas, a fim de não comprometer a validade da conclusão” (MONTEIRO; MEZZAROBÀ, 2017, p. 65).

O presente trabalho utiliza-se de uma revisão bibliográfica, realizada através do levantamento de artigos e documentos que tratam sobre o tema (VERGARA, 2006). O levantamento e seleção de busca se deram através de dados do Google Acadêmico, portais de periódicos, e em Anais de Congressos Nacionais e Internacionais com este eixo temático.

A revisão bibliográfica é caracterizada como descritiva² e exploratória³. Quanto à forma de abordagem, trata-se de uma pesquisa qualitativa e quantitativa.

Trata-se também de uma pesquisa de campo, isso porque este estudo buscou fazer uma análise na empresa Alfa, e com essa pesquisa obteve-se dados sobre a reciclagem de material para ser utilizada na construção civil e, posteriormente, estudou-se a viabilidade econômica para a fabricação de pisos intertravados.

Inicialmente, foi realizado um estudo para analisar o quanto a empresa tem de custos para realizar o descarte dos resíduos, em seguida o quanto precisará ser investido para dar início ao processo de fabricação dos pisos. Por fim, foi realizada a comparação entre o custo financeiro da empresa para realizar o descarte dos resíduos dos pré-moldados fabricados e o custo para realizar a fabricação de pisos intertravados com estes resíduos, a partir da análise de gastos da empresa Beta localizada na cidade de São José de Mipibu, no estado do Rio Grande do Norte.

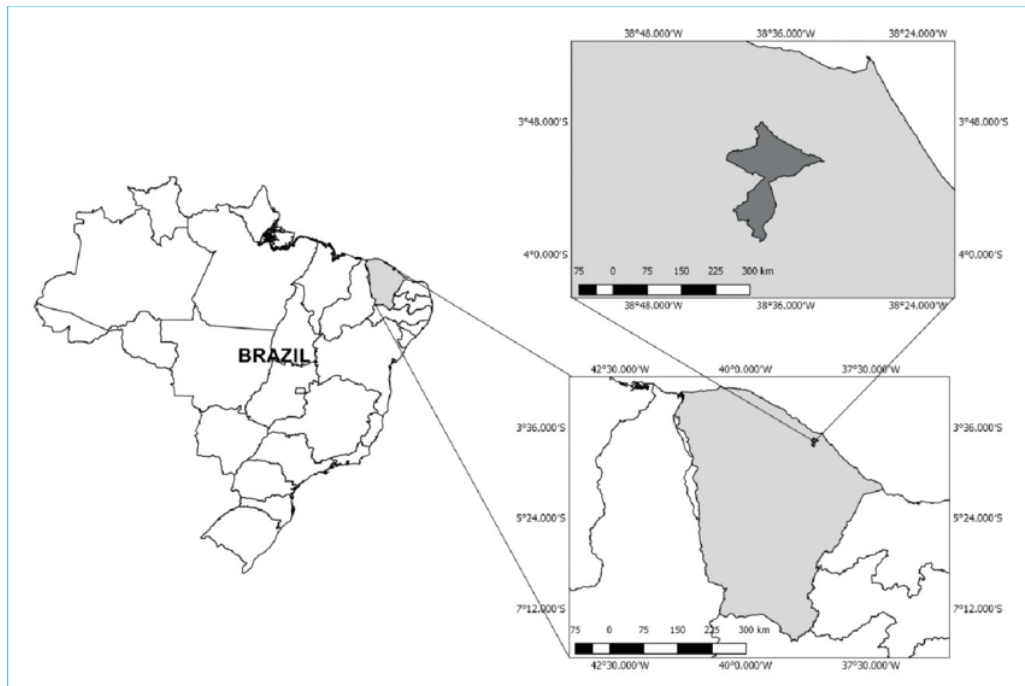
3.1 Área da pesquisa de campo

A pesquisa de campo referente a este trabalho foi realizada na cidade de Maracanaú, no estado do Ceará, que se localiza no nordeste brasileiro. A Figura 4 mostra no mapa do estado onde está localizada Fortaleza no estado do Ceará.

² Pesquisa descritiva procura, pois, descobrir, com a precisão possível, a frequência com que o fenômeno ocorre, sua relação e sua conexão com outros, sua natureza e suas características (RAMPAZO, 2009, p. 55).

³ Pesquisa exploratória [...] trata-se de uma observação não estruturada ou assistemática [...] (RAMPAZO, 2009, p. 56).

Figura 4: Localização da cidade de Maracanaú no mapa do estado do Ceará.



Fonte: Adaptado de IBGE (2021).

A pesquisa visa fazer uma visita a uma empresa que já se tinha um conhecimento, conhecida como Alfa, para analisar a forma como eles destinavam os resíduos sólidos gerados pela mesma e o quanto gastavam com essa destinação. O propósito desta análise foi ver a possibilidade e a viabilidade econômica da reutilização do concreto que era jogado fora, para a fabricação de pisos intertravados dentro da própria empresa.

A próxima empresa que foi visitada para a continuidade da pesquisa está localizada na cidade de São José de Mipibu, localizada a 38 km da capital do estado do Rio Grande do Norte, Natal. Conhecida como Beta, fomos a sua procura para a obtenção de dados sobre os custos da fabricação de blocos intertravados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 GASTOS MENSAIS QUE A EMPRESA TEM COM DESCARTE DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)

A empresa Alfa tem gastos mensais advindos dos descartes feitos todas as semanas com resíduos da construção civil e da fabricação de pré-moldados. Para que o descarte seja correto e destinado para um local seguro a ponto de não poluir o meio ambiente, a empresa contrata terceiros para fazer esse trabalho.

O Quadro 3 mostra a quantidade de resíduo sólido que a empresa Alfa descartou de pré-moldados referentes ao mês de janeiro, fevereiro e março de 2023. Nela se especifica o dia e o mês em que foi gerado, o tipo do resíduo, a quantidade em toneladas e o tratamento que é a própria reciclagem.

Quadro 3: Gastos com o descarte dos resíduos sólidos da construção civil da empresa ALFA

Dia	Classe	Quantidade	Unidade	Tratamento
04/01/2023	IIB	18,7612	TON	Reciclagem
12/01/2023	IIB	45,0	TON	Reciclagem
02/02/2023	IIB	37,1904	TON	Reciclagem
08/03/2023	IIB	25,0	TON	Reciclagem
14/03/2023	IIB	45,0	TON	Reciclagem
15/03/2023	IIB	28,5	TON	Reciclagem
16/03/2023	IIB	26,5	TON	Reciclagem

Fonte: Autoria própria (2023).

De acordo com a tabela acima e com o Anexo A, deste trabalho, ao longo dos três primeiros meses do ano de 2023, a empresa onde foi feito o estudo de caso dessa pesquisa gerou uma média de 225,95 toneladas de resíduos sólidos.

Para cada tonelada de resíduo é gasto uma quantia para o transporte desse material e a sua destinação correta, no Quadro 4, tem descrito os valores para cada tipo de material e quanto é gasto por unidade (TON).

Quadro 4: Valores por cada tonelada de resíduo sólido transportado para a reciclagem.

Descrição do resíduo	Classe	(R\$/tonelada)
Resíduo classe II (não inerte – Comum)	IIA	R\$ 86,43
Resíduo classe II (pastoso de 20% a 60% de índice de umidade)	IIA	R\$ 166,30
RCC – (Classe A – Puro)	IIB	R\$ 3,11
RCC – (Não segregado)	IIB	R\$ 23,22

Fonte: Adaptado de Marquise Ambiental (2023)

De acordo com o quadro 4 para cada tonelada de RCC – Resíduo da Construção Civil (Não segregado) são gastos um total de 23,22 reais, essas descrições do resíduo foram informadas pela empresa e a tabela é usada pelo financeiro para se calcular os gastos para com a reciclagem. Então, durante os três primeiros meses do ano se foram gerados 225, 95 toneladas e foram gastos um total de R\$ 5.246,60 reais para a destinação final desse material.

4.2 FINANCEIRO MENSAL DA BETA EM RELAÇÃO A FABRICAÇÃO DE INTERTRAVADOS

A Beta é uma empresa de Pré-Moldados localizada na estrada de Monte Alegre, nº 500, na cidade de São José de Mipibu, do estado do Rio Grande do Norte. A empresa presta serviços para diversos locais do estado, principalmente na capital, a cidade de Natal/RN, fornecendo diversos tipos de estruturas de concreto, inclusive na área de pavimentação como são os pisos intertravados.

O tamanho dos bloquetes de concreto fabricados na empresa tem uma medida padrão de 10x20x06 centímetros, e para completar o metro quadrado, que é a unidade que é vendida, são necessários exatamente 50 unidades da peça. O lucro que a empresa tem com a venda é baseado em 80% em cima dos gastos totais com materiais, como: cimento, areia, água e com a mão de obra. O Quadro 5 mostra os detalhes dos custos que a Beta tem com a produção e fabricação das peças de intertravados.

Quadro 5: Detalhes dos custos que a Beta tem com a produção e fabricação das peças de intertravados.

Quantidade	1 unidade	50 unidades
Cimento	R\$ 0,15	R\$ 7,50
Areia	R\$ 0,10	R\$ 5,00
Água	R\$ 0,05	R\$ 2,50
Mão de obra	R\$ 0,10	R\$ 5,00

Fonte: Adaptado de Beta (2023).

A produção dos intertravados, segundo o responsável pela empresa, é algo rápido o que acarreta muitas peças produzidas por dia, e a saída tem sido bastante favorável devido à alta procura por este tipo de pavimento. As informações disponibilizadas pela empresa estão no Anexo B.

4.3 VIABILIDADE ECONÔMICA ENCONTRADA ENTRE DESCARTE DE RESÍDUOS E FABRICAÇÃO DE INTERTRAVADOS

A produção e fabricação dos pisos intertravados não dependem apenas do material e da mão de obra. Há alguns equipamentos necessários, como a betoneira, para mistura do concreto e folhas de madeira compensada, que servem para as formas dos bloquetes de concreto. Esses equipamentos fazem parte do investimento inicial e que vão ter uma durabilidade muito grande.

4.3.1 Valores de equipamentos necessários para a produção dos blocos intertravados

O início da fabricação de blocos para pavimentação intertravada depende apenas de alguns equipamentos facilmente encontrados no mercado voltado a construção civil. Esses equipamentos são comuns em obras e empresas.

A betoneira é um deles. No mercado a mesma chega a custar entre R\$ 1.000,00 a R\$ 5.000,00 e, dependendo do volume de concreto que ela suporte, podem chegar a custar bem mais que isso. No caso da produção dos bloquetes de concreto já seria suficiente uma betoneira de 200 litros custando em média R\$ 2.000,00.

O outro material a ser utilizado pela produção e fabricação seria a madeira compensada, utilizada como molde para dar forma aos blocos. Esse tipo de madeira é disponibilizado em folhas podendo medir diversos tamanhos e larguras. A mais comum é a folha de dois metros de altura por um e meio de largura e uma espessura de 20 milímetros. O custo dessas folhas varia de R\$ 80,00 a R\$ 150,00.

Esses materiais costumam ter uma durabilidade muito grande. A betoneira seria um investimento com elevada durabilidade, podendo precisar de alguns reparos que os próprios trabalhadores realizam. Já as folhas de madeira depois de cortadas e formadas os moldes costumam passar muito tempo antes que fiquem velhas o suficiente para serem descartadas.

Nesse caso o valor necessário para o investimento inicial na produção dos blocos intertravados iria variar de R\$ 2.000,00 a R\$ 3.000,00.

4.3.2 Valores de materiais e mão de obra para os blocos

O valor para custear a fabricação de cada metro quadrado dos blocos intertravados é de R\$ 20,00. Esse valor seria apenas para a produção. Levando em consideração a porcentagem colocada em cima desse valor, a empresa teria um lucro na sua primeira venda.

Temos que levar em consideração que a quantidade dos materiais iria diminuir bastante, pois o intuito da fabricação seria a reutilização dos resíduos sólidos como parte para a produção dos blocos.

4.3.3 Viabilidade econômica

Como visto no tópico 4.1 deste trabalho, a empresa Alfa gasta trimestralmente cerca de 5.000 reais com a destinação apropriada do material, que poderia ser reutilizado na fabricação dos bloquetes de concreto. Dessa forma, se esse dinheiro fosse destinado à compra dos equipamentos e dos materiais para a fabricação, a empresa começaria a lucrar logo no primeiro mês e teria um gasto bem menor em relação ao descarte.

A viabilidade econômica é confirmada, pois o material que antes iria ser descartado, não seria mais, dessa forma não teria gastos mensais com o descarte e o dinheiro seria reinvestido em equipamentos, materiais e mão de obra na produção dos blocos intertravados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido à grande quantidade de resíduos sólidos descartados no meio ambiente, a construção civil despertou uma preocupação muito grande em diversos pesquisadores que estudam esse assunto no dia a dia. Esses resíduos, chamados de RCC advém de materiais utilizados e que causam diversos impactos, principalmente o concreto, que o consumo é gigantesco e a quantidade que é descartada é exorbitante. Entretanto, estudos vêm sendo realizados ao longo do tempo, e comprovando que há uma forma de reutilizarmos esse concreto na fabricação de diversos outros materiais, até mesmo para a própria construção civil.

Em relação aos gastos que a empresa tem ao destinarem os resíduos sólidos para a sua destinação correta e esse valor foi comparado aos gastos de um pré-fabricados que produz, dentre os diversos materiais, os pisos intertravados. Essa análise serviu para que fosse visto se vale a pena o investimento da Alfa reutilizar o resíduo solido como agregado na produção de bloquetes de concreto e se haveria retorno para a empresa.

A partir dos objetivos deste trabalho obteve-se os seguintes resultados:

Foram levantados índices da reutilização de concreto na construção civil através da pesquisa bibliográfica e analisados artigos que comprovam a reutilização desse material em diversos outros processos como: tijolos ecológicos, blocos de cimento e bloquetes de concreto para pavimentação.

Foi desenvolvido um método de como a empresa poderia começar a reciclar esse concreto através da aplicação dos gastos que tinha com o descarte, dentro de uma empresa de fabricação de intertravados para a indústria da pavimentação. Foram comparados os custos de fabricação de pisos intertravados usando resíduos dos pré-moldados ali fabricados com o transporte desses materiais para um destino adequado de coleta. Foi analisado os gastos de uma empresa que já fabrica bloquetes de concreto para analisar a viabilidade econômica desse investimento e tivemos como resultado que é viável sim a fabricação dos intertravados.

Por fim, a partir da pesquisa realizada, pode-se entender um pouco mais da reutilização do concreto como algo positivo para a indústria da construção civil, bem como para o meio ambiente. Também foi visto que empresas podem reverter resíduos sólidos em lucro, a partir dessa reutilização e a partir de estudos apropriados.

Dessa forma, conclui-se que, a viabilidade econômica da reutilização dos resíduos sólidos na fabricação de pisos intertravados é realmente possível levando em consideração todos os resultados obtidos neste trabalho em relação aos valores dos equipamentos necessários

e dos materiais que são utilizados na produção do concreto para a fabricação dos bloquetes de concreto , fora a mão de obra gasta com a mesma.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15953**: Pavimento intertravado com peças de concreto – Execução. 1.ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. 18 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9781**: Peças de concreto para pavimentação–Especificação e métodos de ensaio. 2.ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 21 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia básico de utilização do cimento portland**. 7.ed. São Paulo, 2002. 28p. (BT-106).

BARRETO, Regislaine Damasio; DEL RIO, Marina Rico Toro; GONÇALVES, Erika Peterson. Produção de pavimento intertravado com a utilização de resíduos da construção civil como agregado miúdo. **Univap, São José dos Campos**, v. 22, n. 40, p. 1, 2016.

BARTHOLO, Reginaldo Mello. Gestão Ambiental: A importância do Gerenciamento de Risco em Resíduos Sólidos na Construção Civil. **Revista Boletim do Gerenciamento**, Rio de Janeiro, v. 06, n. 01, p. 31-41, 19 fev. 2019.

BRASIL. **Lei Nº 12.305**, de 02 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: Diário Oficial da União, 2010.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (2010), **Lei 12.305/2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Diário Oficial da União, http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº 307 – **Dispõe sobre gestão dos resíduos de construção civil**. Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília, DF, 2002.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E.. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Cerâmica**, [S.L.], v. 61, n. 358, p. 178-189, jun. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613581860>.

CARVALHO, Rafael Amancio. UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CORPOS DE PROVA DE CONCRETO PARA FABRICAÇÃO DE PAVIMENTAÇÃO INTERTRAVADA. **Inter Scientia**, Campinas, v. 06, n. 02, p. 12-29, 19 nov. 2018.

CORDOBA, Rodrigo Eduardo. **Estudo do potencial de contaminação de lixiviados gerados em aterros de resíduos da construção civil por meio de simulações em colunas de lixiviação**. 2014. 340 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

FERREIRA, Gisleiva C. et al. Caracterização de resíduos da reciclagem de postes de concreto e sua utilização na fabricação de pisos intertravados. In: **CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEIS**. 2016.

FIGUEIREDO, Filipe et al. Produção de piso intertravado de concreto (pavers) com substituição parcial do agregado miúdo pelo grits, resíduo da indústria de papel e celulose/Production of concrete blocks floor with partial replacement of the finne aggregate by grits, a waste from the paper and pulp industry. 2022.

FILHO, Roberto Fernandes; PAIVA, Ed Carlo Rosa; ESPINOSA, José Waldo Martínez. **Utilização de resíduos de concreteira para a fabricação de pavers**. 2018.
HALLACK, Abdo. Pavimento Intertravado: uma solução universal. Revista Prisma, Dezembro 2001, pp 25-27.

LOPES, Diogo Plachi; SANTOS, Gustavo Soares; MARCOMINI, Luiz Henrique de Brito; MELO, Ruan Aparecido de; PEDROSO, Vinicius Augusto. RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 926-940, 31 jan. 2023. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciencias e Educacao. <http://dx.doi.org/10.51891/rease.v9i1.8320>.

LOPES, Rayane Campos; BACARJI, Edgar. Pisos intertravados com a incorporação de resíduos minerais (DOI 105216/reec. v9i1. 28021). **REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 9, n. 1, 2014.

MONTEIRO, CLÁUDIA SERVILHA; MEZZAROBIA, ORIDES. **Manual de metodologia da pesquisa no Direito**. Saraiva Educação SA, 2017.

MULLER, R.M. **Avaliação de transmissão de esforços em pavimentos intertravados de blocos de concreto**. (Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

PURIFICAÇÃO, Eduardo Bruno da. **Estudo do uso de agregados reciclados de concreto e substituição do cimento por resíduo de polimento de porcelanato na produção de piso intertravado de concreto**. 2009. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

SILVA O. H., UMADA M. K., POLASTRI P., NETO G. A., ANGELIS B. L. D, MIOTO J. L. Etapas do gerenciamento de resíduos da construção civil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. 2015.

SILVA, Camila. Gestão de Resíduos Sólidos na Construção Civil: Proposta de um Plano de gerenciamento para reforma. **Revista Boletim do Gerenciamento**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 01, p. 40-48, 25 mar. 2020.

SILVA, Welighda Christia da; SANTOS, Gilmar Oliveira; ARAËJO, Weliton Eduardo Lima de. RESÍDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: caracterização, alternativas de reuso e retorno econômico. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 286-301, 1 ago. 2017. Anima Educação. <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v6e22017286-301>.

SOUZA, Luana Lima; LOBO, Ronilson Rosário; MOREIRA, Darci Augusto; BRITO, Rodolfo Pereira; PEREIRA JÚNIOR, Antônio. Estudo da viabilidade técnica de reutilização dos rejeitos da construção civil e reforma. **Research, Society And Development**, [S.L.], v.

10, n. 9, p. 01-10, 24 jul. 2021. Research, Society and Development.
<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i9.17842>.

TINNA Oliveira. **Estudo técnico aborda a sustentabilidade na construção civil**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/noticia-acom-2014-11-585>. Acesso em: 05 nov. 2014.

VERGARA, Sylvia Constant. Projetos e relatórios de pesquisa. **São Paulo: Atlas**, v. 34, p. 38, 2006.

VIRGILIIS, A, L, C., **Procedimentos de projetos e execução de pavimentos permeáveis visando retenção e amortecimento de picos de cheias**. 2009. 213 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2009.

ANEXOS

ANEXO A – NOTAS FISCAIS REFERENTES AO TRANSPORTE DE
RESÍDUOS SOLIDOS DA EMPRESA ALFA



MANIFESTO DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS E REJEITOS

MTR nº: 231014208887

Identificação dos Resíduos

Item	Código IBAMA e Denominação	Estado Físico	Classe	Acondicionamento	Qtde	Unidade	Tratamento
1	170904-Mistura de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01 (*), 17 09 02 (*) e 17 09 03 (*) - (Classe A conf. Resolução CONAMA 307/02)	SÓLIDO	CLASSE II B	GRANEL	25,0000	TON	Reciclagem

Observação Resíduo: Coleta: Rua Celio Martins, 981 - Bairro: Imaculada Conceição - CEP: 62700-000 | Canindé - F1B7>BLAF Ref a NF: 12821-71 emitida em: 08/03/23



MANIFESTO DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS E REJEITOS

MTR nº: 231014279247



Identificação dos Resíduos

Item	Código IBAMA e Denominação	Estado Físico	Classe	Acondicionamento	Qtde	Unidade	Tratamento
1	170904-Mistura de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17.09.01 (*), 17.09.02 (*) e 17.09.03 (*) - (Classe A conf. Resolução CONAMA 307/02)	SÓLIDO	CLASSE II B	GRANEL	45,0000	TON	Reciclagem

Observação Resíduo: Coleta: Rua Celio Martins, 981 - Bairro: Imaculada Conceicao - CEP: 62700-000 | Canindé - F1B7>BLAF Ref a NF: 12903-71 emitida em: 13/03/23.

MANIFESTO DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS E REJEITOS

MTR nº: 241014313692



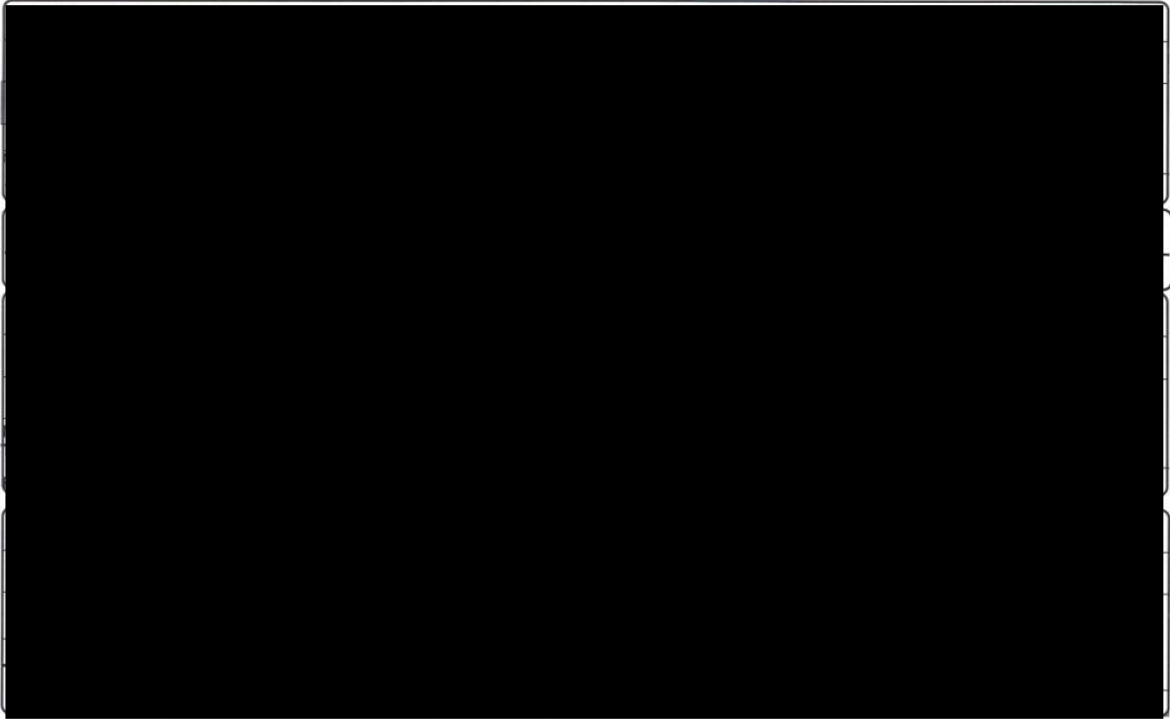
Identificação dos Resíduos

Item	Código IBAMA e Denominação	Estado Físico	Classe	Acondicionamento	Qtde	Unidade	Tratamento
1	170904-Mistura de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01 (*), 17 09 02 (*) e 17 09 03 (*) - (Classe A conf. Resolução CONAMA 307/02)	SÓLIDO	CLASSE A (RCC)	CAÇAMBA ABERTA	12,0000	TON	Aterro de Reservação - RCC



MANIFESTO DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS E REJEITOS

MTR nº: 241014304898



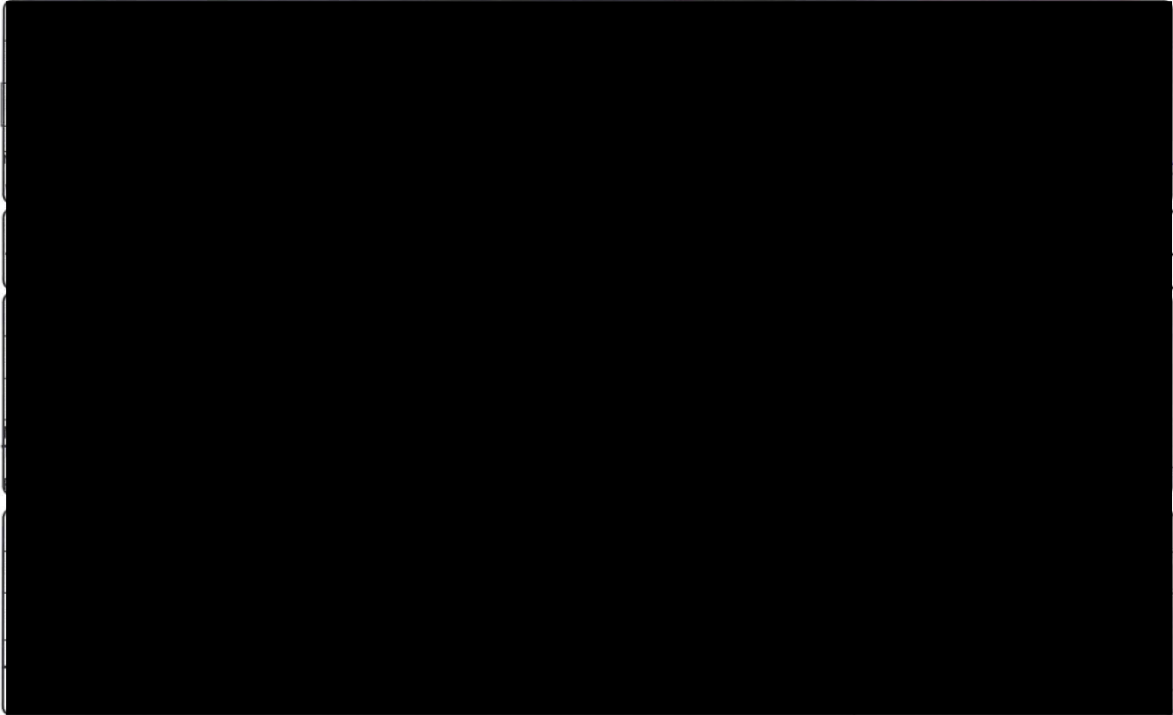
Identificação dos Resíduos

Item	Código IBAMA e Denominação	Estado Físico	Classe	Acondicionamento	Qtde	Unidade	Tratamento
1	170904-Mistura de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01 (*), 17 09 02 (*) e 17 09 03 (*) - (Classe A conf. Resolução CONAMA 307/02)	SÓLIDO	CLASSE A (RCC)	CAÇAMBA ABERTA	14,4000	TON	Aterro Resíduos Classes IIA e IIB

ONU null null null N/A

MANIFESTO DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS E REJEITOS

MTR nº: 241014313447



Identificação dos Resíduos

Item	Código IBAMA e Denominação	Estado Físico	Classe	Acondicionamento	Qtde	Unidade	Tratamento
1	170904-Mistura de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01 (*), 17 09 02 (*) e 17 09 03 (*) - (Classe A conf. Resolução CONAMA 307/02)	SÓLIDO	CLASSE A (RCC)	CAÇAMBA ABERTA	14,5000	TON	Aterro de Reservação - RCC

MANIFESTO DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS E REJEITOS

MTR nº: 241014306076



Identificação dos Resíduos

Item	Código IBAMA e Denominação	Estado Físico	Classe	Acondicionamento	Qtde	Unidade	Tratamento
1	170904-Mistura de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01 (*), 17 09 02 (*) e 17 09 03 (*) - (Classe A conf. Resolução CONAMA 307/02)	SÓLIDO	CLASSE A (RCC)	CAÇAMBA ABERTA	14,1000	TON	Aterro Resíduos Classes IIA e IIB

ONU null null null N/A



MANIFESTO DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS E REJEITOS

MTR nº: 231013354804

Identificação dos Resíduos

Item	Código IBAMA e Denominação	Estado Físico	Classe	Acondicionamento	Qtde	Unidade	Tratamento
1	170904-Mistura de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01 (*), 17 09 02 (*) e 17 09 03 (*) - (Classe A conf. Resolução CONAMA 307/02)	SOLIDO	CLASSE II B	GRANEL	18,7612	TON	Reciclagem

Observação Resíduo: Coleta: Rua Celio Martins, 981 - Bairro: Imaculada Conceição - CEP: 62700-000 | Canindé - F1B7>BLAF Ref a NF: 11795-71 emitida em: 04/01/23



MANIFESTO DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS E REJEITOS

MTR nº: 231013456305



Identificação dos Resíduos

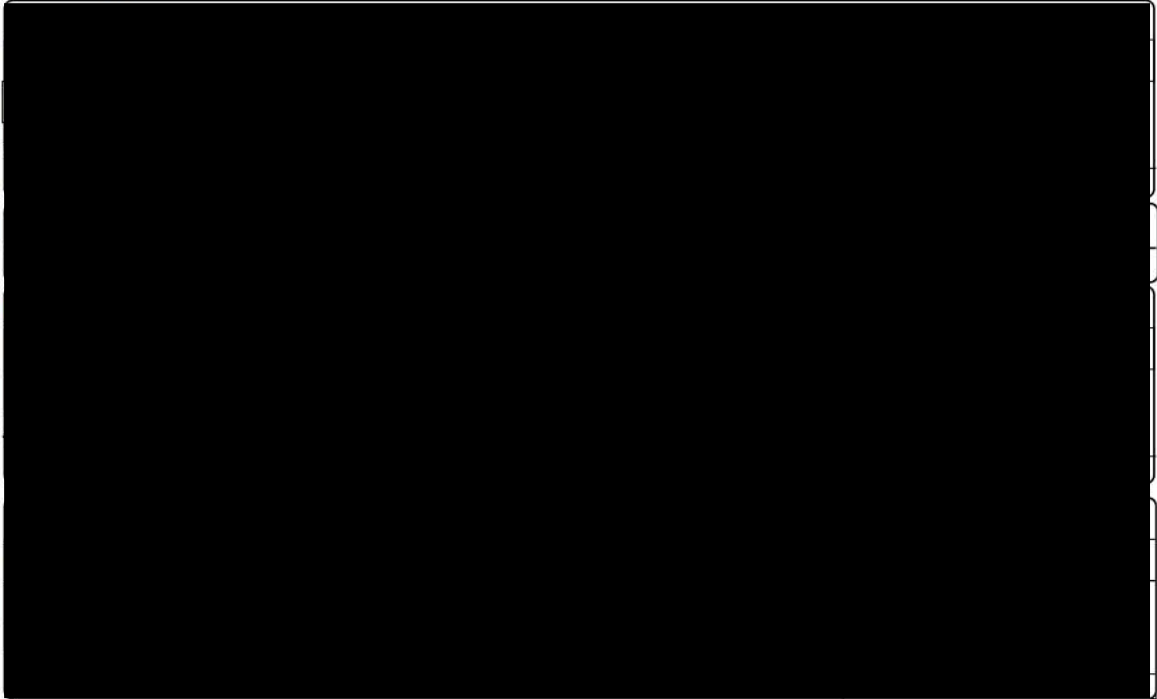
Item	Código IBAMA e Denominação	Estado Físico	Classe	Acondicionamento	Qtde	Unidade	Tratamento
1	170904-Mistura de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01 (*), 17 09 02 (*) e 17 09 03 (*) - (Classe A conf. Resolução CONAMA 307/02)	SÓLIDO	CLASSE II B	GRANEL	45.0000	TON	Reciclagem

Observação Resíduo: Coleta realizada em AV. JOSE AMORA SÁ Nº 1501 DISTRITO INDUSTRIAL II E - 61760-000 F3B4/BLAS - B&Q EUSEBIO. NF 29794-381 Emitida



MANIFESTO DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS E REJEITOS

MTR nº: 231013753407

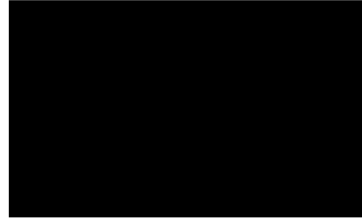


Identificação dos Resíduos

Item	Código IBAMA e Denominação	Estado Físico	Classe	Acondicionamento	Qtde	Unidade	Tratamento
1	170904-Mistura de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01 (*), 17 09 02 (*) e 17 09 03 (*) - (Classe A conf. Resolução CONAMA 307/02)	SOLIDO	CLASSE II B	GRANEL	37,1904	TON	Reciclagem

Observação Resíduo: Coleta: Tv Tiradentes, 155 Bairro: Centro CEP: 63900-000 | Quixadá | BLBF Elca Quixadá ref a NF 1432-1 emitida em 02/02/2023

ANEXO B – QUADROS DE GASTOS MENSAIS DA EMPRESA BETA COM A PRODUÇÃO E FABRICAÇÃO DE BLOCOS PARA PISOS INTERTRAVADOS



Tabelas de custos – Paver's de concreto 10x20x06 cm
50 unidades por m²

Quantidade	Cimento	Areia	Água	Mão de obra
1 unidade	R\$ 0,15	R\$ 0,10	R\$ 0,05	R\$ 0,10
50 unidades	R\$ 7,50	R\$ 5,00	R\$ 2,50	R\$ 5,00

Valor gasto por m²	Valor cobrado pelo m²
R\$ 20,00	R\$ 36,00