

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS UNI-ANHANGUERA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ESTUDO DA APLICAÇÃO DO AGREGADO DA BORRACHA DO
PNEU NA ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM UMA PEQUENA OBRA
RESIDENCIAL EM GOIÂNIA – GO**

**BRUNA DE MORAIS BRITO
GABRIEL BIET LOURENÇO**

GOIÂNIA
Novembro/2019

**BRUNA DE MORAIS BRITO
GABRIEL BIET LOURENÇO**

**ESTUDO DA APLICAÇÃO DO AGREGADO DA BORRACHA DO
PNEU NA ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM UMA PEQUENA OBRA
RESIDENCIAL EM GOIÂNIA – GO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário de Goiás – Uni-Anhanguera, sob orientação da Professora *Ma. Cristiane Roldan de Carvalho Nascimento*, como requisito parcial para obtenção do título de bacharelado em Engenharia Civil.

GOIÂNIA
Novembro/2019

Dedicamos esse trabalho aos nossos familiares e amigos que sempre nos apoiaram, e que de forma direta ou indireta contribuíram para que pudéssemos chegar aqui.

AGRADECIMENTOS

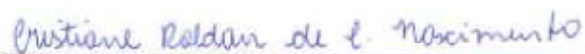
Agradecemos primeiramente a Deus, por nos dar força e sabedoria; aos professores por nos ensinar e capacitar; em especial à nossa Orientadora Prof^a Ma. Cristiane Roldan de Carvalho Nascimento que dispôs de tempo e paciência para nos apoiar na elaboração desse projeto

FOLHA DE APROVAÇÃO

**BRUNA DE MORAIS BRITO
GABRIEL BIET LOURENÇO**

**ESTUDO DA APLICAÇÃO DO AGREGADO DA BORRACHA DO PNEU NA
ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM UMA PEQUENA OBRA RESIDENCIAL EM
GOIÂNIA - GO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a banca examinadora como
requisito parcial para obtenção do Bacharelado em Engenharia Civil do
Centro Universitário de Goiás - Uni-ANHANGUERA, defendido e
aprovado em 14 de novembro de 2019 pela banca examinadora constituída
por



Prof. Ma. Cristiane Roldan de Carvalho Nascimento
Orientadora



Prof. Ma. Luciana Valéria Braga dos Santos Carvalho
Membro



Prof. Esp. Raquel Franco Bueno
Membro

RESUMO

Atualmente o planeta Terra vem sofrendo com o descarte inadequado de lixo no meio ambiente. Dentre os materiais descartados de forma irregular, se enquadra o pneu, feito de borracha, utilizado em automóveis, caminhões, aviões, motos, bicicletas etc. Em decorrência ao descarte inadequado do pneu na natureza, o objetivo deste trabalho é de apresentar uma forma de reutilizar a borracha, agregando o mesmo em alvenarias de vedação, acrescentando como parte do material utilizado na argamassa de assentamento. O processo tem como finalidade realizar um comparativo de valor quanto à utilização da argamassa convencional para assentamento e a utilização da borracha como parte de agregado da argamassa. Tal análise foi realizada a partir de um projeto arquitetônico, em que foi calculado o volume de argamassa a ser utilizada para assentamento da alvenaria. Com isso o objetivo visou em destacar a viabilidade econômica de se utilizar a borracha como parte do processo de elaboração da argamassa de assentamento.

PALAVRAS-CHAVE: Alvenaria de Vedação. Construção Sustentável. Borracha. Análise Econômica.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como questão, apresentar uma avaliação a respeito do grande descarte atual de pneus no meio ambiente, trazendo à possibilidade de agregar este elemento a construção civil, a fim de beneficiar o meio ambiente, por meio de uma medida social de reutilização da borracha dos pneus na alvenaria de vedação.

Com o objetivo de minimizar impactos ambientais e sociais, causado pelo descarte de pneus inutilizados em terrenos baldios, rios e lagos. Várias pesquisas têm sido desenvolvidas no âmbito de sua reutilização. Tal reutilização, que em obras da construção civil é visto com proveito, por ser um elemento altamente poluente para o meio ambiente. Além disso, destacou Santos e Borja (2005), sobre o seu uso como componente na construção civil, pode proporcionar uma economia no produto final, não esquecendo que o principal aspecto para esse uso é o ecológico.

Cruz (2002), destaca que na área da construção civil, a borracha de pneu é um material propício, por possuir leveza, elasticidade, auxiliar na questão térmica e acústica e absorver energia. Poderá promover também uma maior durabilidade e baixa densidade para o concreto, tendo potencial para a reciclagem.

Roberto (2009), compreende que as principais metas nas construções sustentáveis são as inovações tecnológicas e técnicas. O desenvolvimento sustentável de acordo com Yemal (2011), poderá ser definido como forma de desenvolvimento econômico, em que emprega recursos naturais e preservando o meio ambiente, não apenas para o presente, mas também para gerações futuras.

Este artigo tem como objetivo realizar uma análise orçamentária quanto a argamassa de assentamento, a partir da comparação do método convencional com o método de adição da borracha de pneu como parte da sua composição. Tendo como finalidade, a compreensão da viabilidade técnica, econômica, social e ambiental do uso da borracha de pneus, como agregado na composição de infraestrutura de alvenaria de vedação em obra residencial.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido através de referências bibliográficas, com o uso do portal da RECICLANIP, empresa que realiza o ciclo sustentável do pneu no Brasil, demonstrando os processos utilizados pela indústria para reutilização da borracha de pneu, desde sua coleta até o processo de trituração, foi realizada uma coleta de informações na empresa ENGEMIX sobre a produção de concreto ecológico com o uso da borracha. Através do portal da empresa FRAGMAQ, foi feita uma busca do custo e detalhamento de equipamentos específicos para a trituração da borracha de pneus.

Para estudo de caso foi desenvolvido um levantamento quanto ao custo dos materiais utilizados, para elaboração de argamassa de assentamento utilizando métodos convencionais, e pela elaboração de argamassa de assentamento utilizando como agregado da mistura, borracha triturada. Tal quantitativo dos métodos da elaboração da argamassa, foi desenvolvido a partir de um projeto arquitetônico residencial com 70.69 m² de área construída. Para análise de ambos os métodos (convencional, e com o uso de borracha de pneus), foi utilizado softwares, como o AutoCAD, programa que projeta desenhos em ambientes tridimensionais, também utilizado o programa Excel para fazer o levantamento do quantitativo. Para realização de cálculos de custos, utilizaram-se tabelas divulgadas pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção (SINAPI), para colher dados quanto ao traço para elaboração da argamassa. Posteriormente foi elaborado gráfico comparativo quanto à quantidade de materiais utilizados nos diferentes processos de elaboração de argamassa de assentamento.

A elaboração deste trabalho consiste no comparativo do custo entre a produção de argamassa de assentamento convencional e a produção de argamassa de assentamento com a utilização da borracha triturada como parte de seus agregados.

Para chegar ao comparativo de dosagem dos diferentes métodos de utilização de materiais para fabricação da argamassa de assentamento, foi utilizado um projeto arquitetônico, ao qual foi calculado o volume de argamassa de assentamento que deverá ser utilizado para preenchimento da alvenaria de vedação. O volume de argamassa de assentamento é calculado com base na metragem linear de alvenaria, definido pelo projeto arquitetônico, e do tipo de bloco cerâmico a ser utilizado. Descontando os vãos de aberturas provenientes das portas e janelas.

O projeto escolhido para elaboração do comparativo foi selecionado a partir de uma arquitetura de uma casa padrão médio com 70.69 m² de área construída (Figura 1), sendo definido como pavimento térreo. Após definido a arquitetura inicia-se o processo de cálculo da metragem linear de alvenaria, que servirá de vedação interna e externa da residência em questão. Após reconhecimento da metragem linear de alvenaria, foi descontado a faixa de metragem linear representado pela estrutura, no caso, os pilares. Tal procedimento teve como resultado a respectiva metragem de alvenaria a ser utilizada para vedação do projeto em questão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Levantamento de Dados

A empresa RECICLANIP, através da UNESCO em parceria com a prefeitura do Rio de Janeiro, foi considerada uma das maiores indústrias quando o assunto é reciclagem, ou logística reversa. Criada em 2007, a RECICLANIP surgiu por meio das fabricantes de pneus, para destinar de forma ecológica os pneus usados. Atualmente para o ciclo reutilizável do pneu usado, a empresa conta com pontos de coleta, que são locais disponibilizados e administrados pelas Prefeituras Municipais que recebem e armazenam os pneus recolhidos pelo serviço municipal de limpeza pública ou aqueles levados diretamente por borracheiros, recapadores ou descartados voluntariamente pelos cidadãos. Posteriormente, a RECICLANIP retira esses pneus dos pontos de coleta e encaminham para a indústria, ao qual é feito o processo de trituração dessa borracha para diversos fins. A matéria prima produzida pela indústria são destinados principalmente para reutilização em co-processamento, pelo fato de seu alto poder calorífico, cerca de 70% dos pneus inservíveis são utilizados como combustível alternativo em fornos de cimenteiras, em substituição ao coque de petróleo, também são destinados para artefatos de borracha, sendo eles tapetes para automóveis, pisos industriais e pisos para quadras poliesportivas, utilizados também como agregado para fabricação de asfalto borracha e na indústria de laminação, ao qual são fabricadas percintas (indústrias moveleiras), solas de calçados e até dutos de águas pluviais. Atualmente a indústria conta com 53 pontos de coleta no Estado de Goiás, e 1.053 pontos de coleta em todo o Brasil.

A empresa Engemix, fabricante de concreto para utilização de pequenas e grandes obras, e de obras especiais. Atualmente não trabalha com a utilização da borracha triturada como agregado da mistura. A informação repassada pelo responsável técnico da empresa é de que houve pedidos para fabricante produzir o concreto com adição de borracha triturada. Porém para fins acadêmicos, não sendo utilizada em obras. Constataram que a utilização da borracha como agregado, diminui drasticamente a resistência a compressão do concreto. Sendo assim, inapto para utilização do concreto em fins estruturais.

A empresa Fragma fornece maquinário para triturar pneu em granulometria elevada, ao qual não se encaixa para utilização da barrocha em argamassa de vedação por apresentar tamanho elevado para agregado.

A empresa Ability Prensas Enfardadeiras e Equipamentos para Reciclagem apresentou proposta para uma linha de produção, com maquinários para triturar pneu de veículos leves, não incluindo pneu de caminhão. Com taxa de granulometria dentre 1 à 3mm.

A linha de reciclagem, e o triturador para entrada de pneus de 400 á 1000 kg/h. Estão incluídos os seguintes maquinários;

1º- Destalonador – Utilizado para retirar o talão de aço das paredes laterais dos pneus antes do processo de trituração e corte.

2º- Guilhotina – Utilizada para cortar todos os tipos de pneus.

3º- Separador Magnético – Utilizado para separar objetos ferrosos misturados nos granulados de borracha de pneu.

4º- Triturador – Utilizado para triturar pneus em pedaços de tamanho de 50x50mm.

5º- Maquina para fazer pó e granulado – O granulador consiste em reduzir a pó ou em granulados a borracha de pneu.

6º- Maquina para separar lã – Equipamento ideal para separação de fibra de lã dos granulados de borracha.

7º- Esteiras transportadoras – Necessária para conectar diferentes maquinas no decorrer do processo

8º- Peneira Rotativa- Utilizada para separação de borracha granulada e o pó de borracha.

9º- Peneira Plana- Utilizada para separar o granulado de borracha em tamanhos diferentes.

Valor total dos equipamentos: R\$ 2.783.000,00

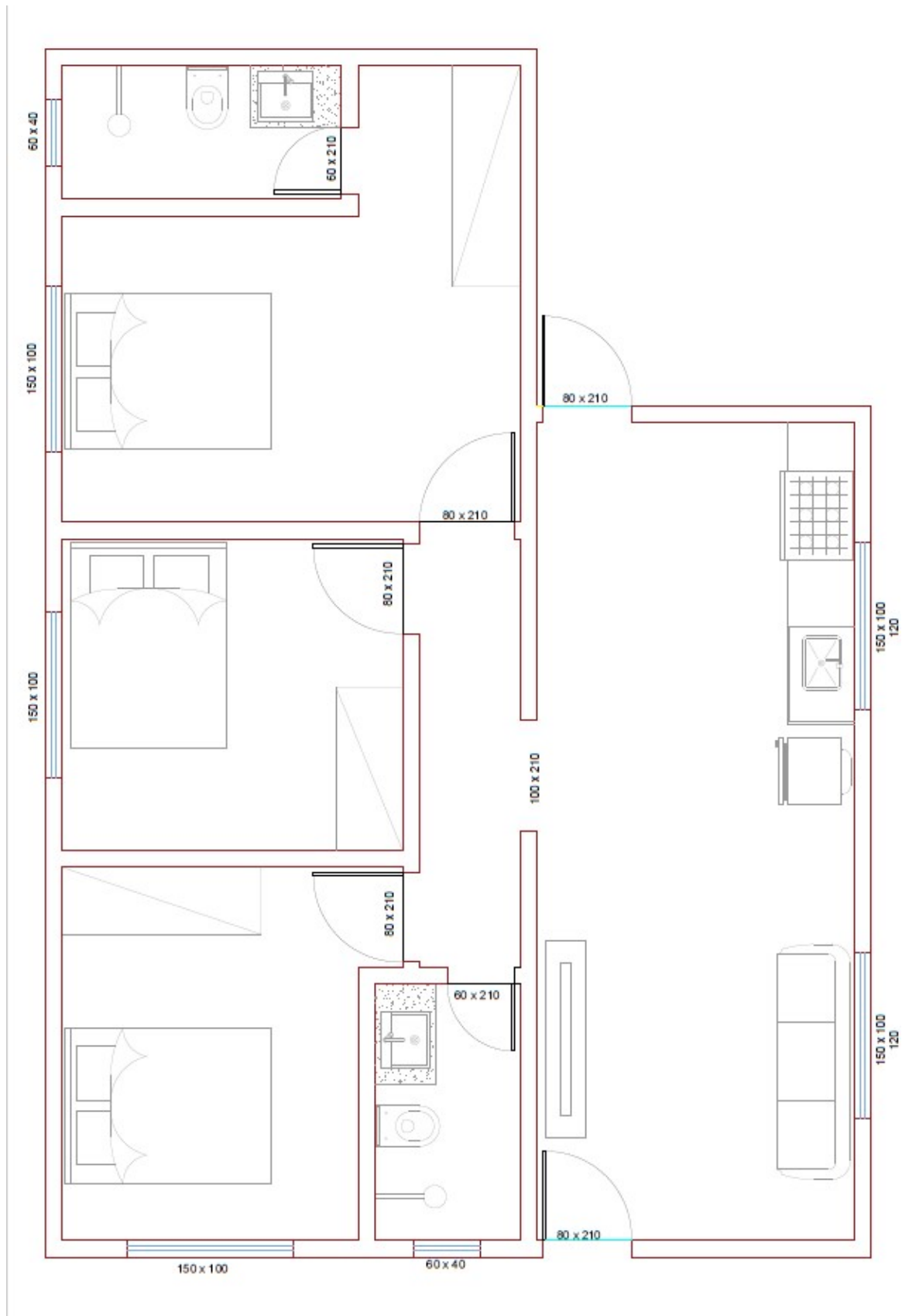


Figura 1. Planta Baixa.

Fonte: Imagem desenvolvida e retirada através do Software AutoCAD

3.2 Cálculo da Metragem Linear de Alvenaria de Vedação

Para calcular a metragem linear de alvenaria da respectiva planta arquitetônica, foi utilizado o Software AutoCad, no qual aplicada a função de cotas para determinar o comprimento exato de cada parede. Quanto ao projeto, foi disposto o total de 11 pilares com dimensões de 15x30cm (Figura 2), a atender uma concepção para fechamento de uma estrutura lajeada para os ambientes internos. Pois, para qualquer projeto é necessário levar em consideração os elementos estruturais que serão partes da construção, a não ser que o projeto seja planejado com alvenaria estrutural. Que não é o caso a ser aplicado para o presente estudo de caso. Para calcular a metragem linear de alvenaria a ser utilizada neste projeto, foi descontado a participação dos pilares (Figura3).

Após utilizar o software AutoCAD para traçar as linhas de cota para definição da respectiva metragem linear de alvenaria. Chegou-se à metragem linear total de 58,40 metros de extensão, esta metragem inclui somente o fechamento de alvenaria, descontando a participação dos pilares aplicados em planta arquitetônica.

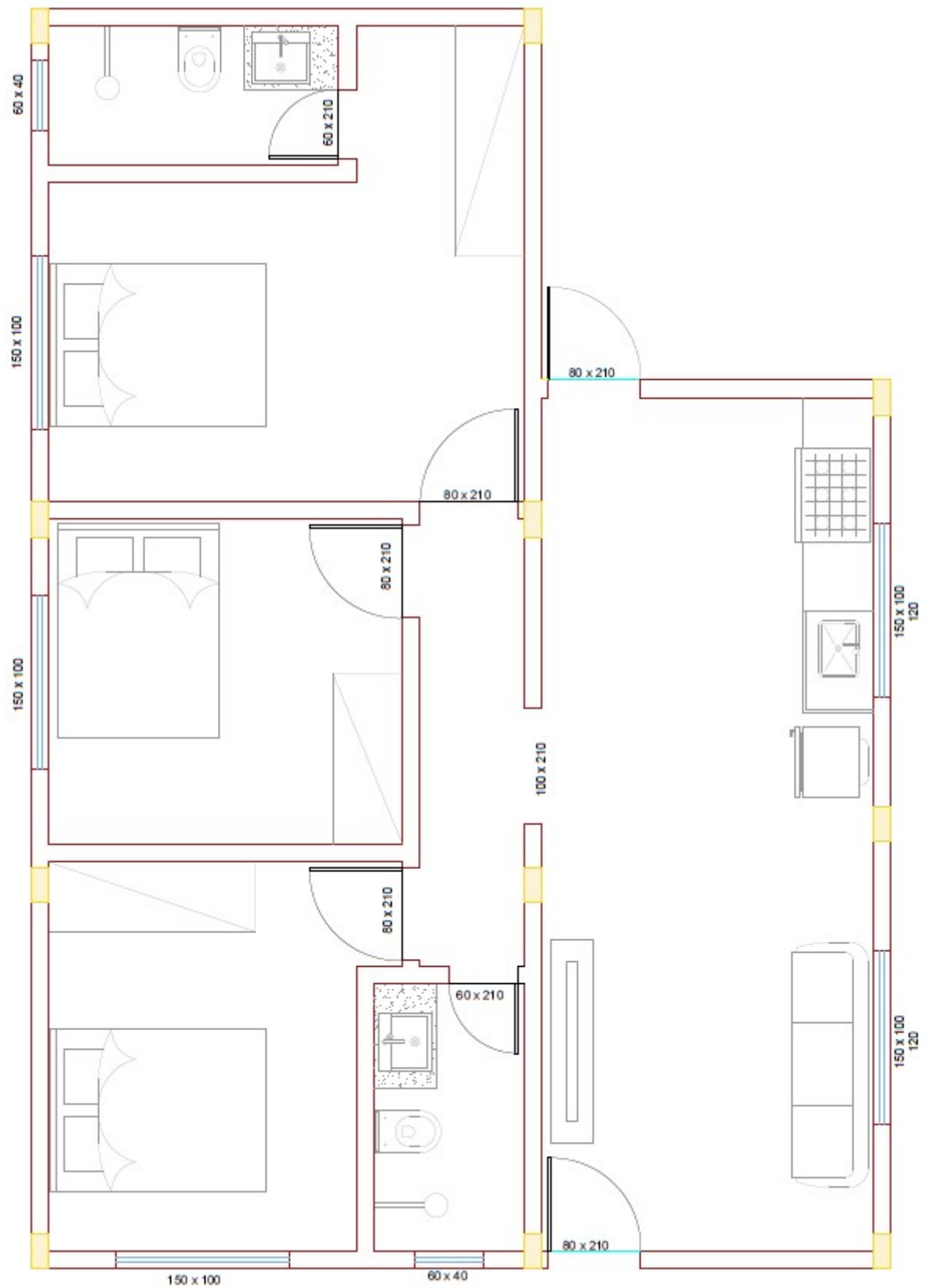


Figura 2. Planta Baixa com inserção de elementos estruturais (Pilares).
 Fonte: Imagem desenvolvida e retirada através do Software AutoCAD.

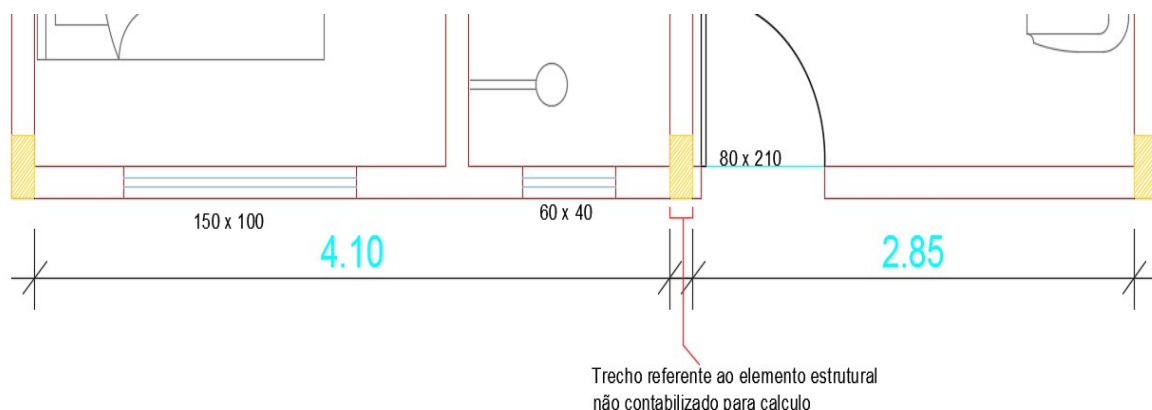


Figura 3. Cotas, descontando os trechos provenientes á estruturas.

Fonte: Imagem desenvolvida e retirada através do Software AutoCAD.

3.3 Definição do Tipo de Tijolo e Cálculo da Metragem Quadrada de Alvenaria

A definição do tipo de tijolo a ser utilizado teve como base uma pesquisa de mercado na região de Goiânia - GO. Ao qual a dimensão do tijolo de 14x19x29, sendo 14cm de espessura, 19cm de altura e 29cm de comprimento (Figura 4), foi encontrado com mais facilidade pelos fornecedores de materiais de construção, em algumas lojas, sendo até a única opção. A definição do tipo de tijolo a ser utilizado, teve uma influência direta para calcular posteriormente a quantidade de tijolos a serem utilizados neste projeto.

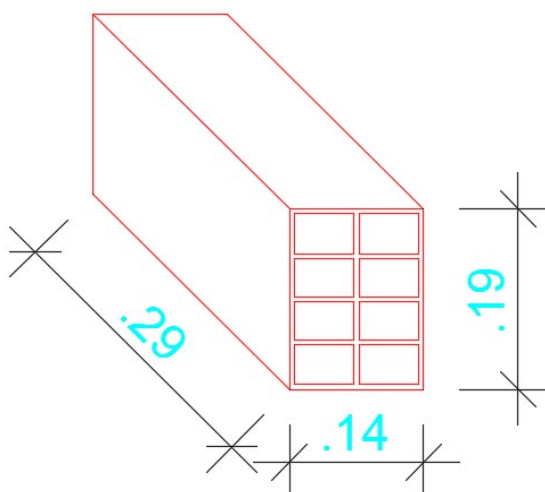


Figura 4. Dimensão do tijolo definido para o estudo de caso.

Fonte: Imagem desenvolvida e retirada através do Software AutoCAD.

Para calcular a metragem quadrada de alvenaria a ser utilizada nesta obra, foi multiplicado o comprimento linear de alvenaria pela respectiva altura de fechamento das

paredes. Levando em consideração que o pé direito definido para o projeto será de 3 metros. Foi definido para as dimensões das vigas a altura de 30cm, e para laje altura de 15cm (Figura 5). Para a altura da parede, descontando a parcela representada pela estrutura das vigas foi de 2,85 cm, sendo tal valor representado para todo o comprimento linear de alvenaria.

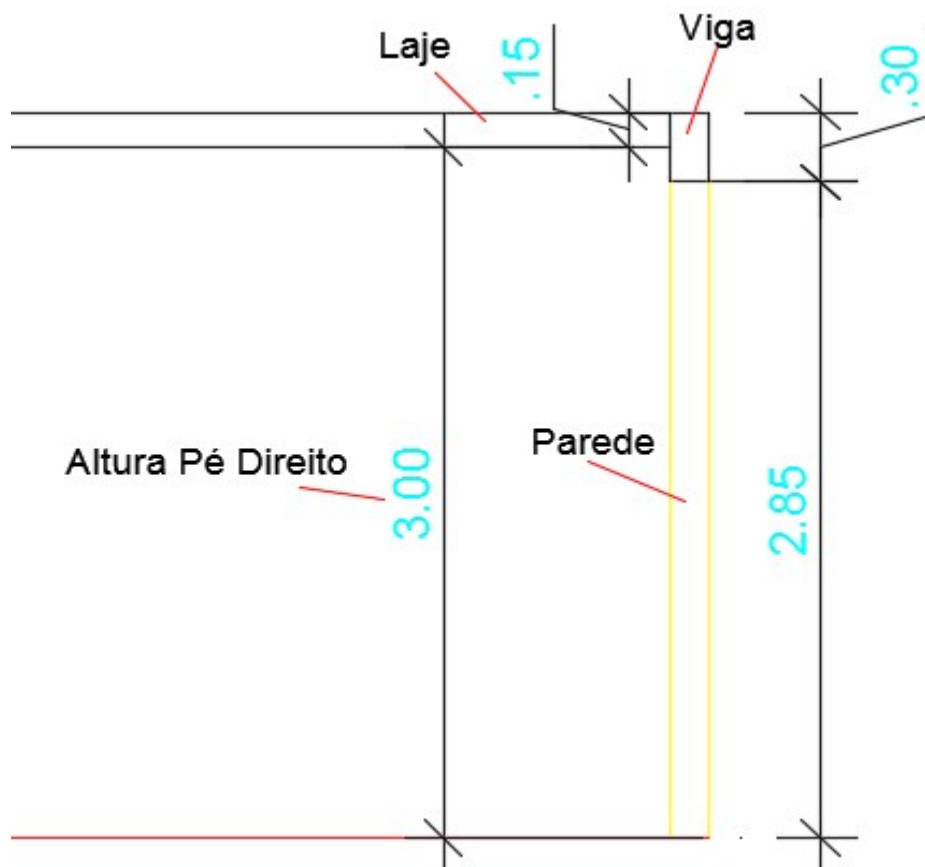


Figura 5. Representação da Altura da Alvenaria.

Fonte: Imagem desenvolvida e retirada através do Software AutoCAD.

Logo, multiplicando o comprimento linear de alvenaria (58,4m) pela sua respectiva altura (2,85m) o resultado de 166,44 m².

Posteriormente deverá ser descontado o valor proveniente das aberturas, que no caso são portas e janelas. Para o projeto térreo apresentado em planta (Figura 1), tem-se o total de 5 portas de 80cm de largura por 210cm de altura, 2 portas de 60 cm de largura por 210cm de altura, uma abertura proveniente a acesso ao corredor com vão de 100cm de largura por 210cm de altura, 5 janelas de 150cm de largura por 100cm de altura e 2 janelas de 60cm de largura por 40cm de altura. Após calcular a metragem quadrada proveniente das aberturas,

tem-se o resultado de 21m². Ao qual descontando o valor das aberturas da metragem quadrada proveniente do fechamento de alvenaria, teve o resultado final de 145,44 m².

O valor de 145,44m² e o respectivo fechamento de alvenaria definido para este projeto, levando em consideração que foi descontado as aberturas provenientes de portas e janelas, também foram descontados os elementos estruturais, tais como pilares e vigas.

Tabela 1. Quantitativo total em m² para as aberturas apresentadas no projeto.

Quadro de Aberturas				
Descrição	Largura (metros)	Altura (metros)	Quantidade	Total (M ²)
Portas 80x210	0,8	2,1	5	8,4
Portas 60x210	0,6	2,1	2	2,52
Abertura de acesso ao corredor	1	2,1	1	2,1
Janelas 150x100	1,5	1	5	7,5
Janelas 60x40	0,6	0,4	2	0,48
			Total	21

3.4 Cálculo do Quantitativo de Tijolos

Com base no item 3.4 (Definição do Tipo de Tijolo e Cálculo da Metragem Quadrada de Alvenaria foi definido o tijolo com dimensão de 14x19x29, elemento de fácil acesso de compra na região de Goiânia - GO. Com base na escolha do tipo de tijolo cerâmico a ser utilizado, será calculado a quantidade de tijolos para este projeto com a seguinte fórmula apresentada pelo site escola engenharia:

$$N^{\circ} \text{ de Tijolos} = \frac{A_{\text{alvenaria}}}{(B+ev) \times (H+eh)}$$

Sendo:

N^o de Tijolos = Quantidade de tijolos a ser utilizada como alvenaria de vedação de todo o entorno, e para fazer as paredes internas.

A alvenaria = Área em m² de alvenaria calculada com base na metragem linear, descontando estruturas e aberturas, multiplicada pela altura de parede a ser levantada.

B = Base do bloco cerâmico a ser assentado.

H = Altura do bloco cerâmico a ser assentado.

Ev = Espessura da argamassa de assentamento a ser aplicada na vertical entre os tijolos.

Eh = Espessura da argamassa de assentamento a ser aplicada na horizontal entre os tijolos.

Dados:

A alvenaria = 145,44 m²;

B = 0,29 metros;

H = 0,19 metros;

Ev = 1 centímetro;

Eh = 1 centímetro.

Logo:

$$\text{N}^\circ \text{ de Tijolos} = \frac{\text{A alvenaria}}{(B+ev) \times (H+eh)}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Tijolos} = \frac{145,44}{(0,29+0,01) \times (0,19+0,01)}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Tijolos} = \frac{145,44}{(0,30) \times (0,20)}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Tijolos} = \frac{145,44}{0,060}$$

$$\text{N}^\circ \text{ de Tijolos} = 2.424 \text{ Tijolos}$$

Para o projeto apresentado, seriam necessários 2424 tijolos de 14x19x29 para fechamento das paredes externas e internas. A quantidade de blocos cerâmicos a serem utilizados se faz necessário para calcular posteriormente o volume de argamassa de assentamento que deverá ser aplicada entre os tijolos para garantir o assentamento dos mesmos.

3.5 Cálculo do Volume de Argamassa

Neste projeto foi atribuído como espessura de argamassa de assentamento, o comprimento de 1 centímetro. Tal espessura que preencherá os vãos dentre os blocos cerâmicos. Para determinar o volume necessário de argamassa a ser utilizada para assentar os tijolos, foi utilizada a seguinte fórmula apresentada no site Portal Escola Engenharia;

$$V = [A - N \cdot (B \cdot H)] \cdot L$$

Onde;

V = Volume de argamassa necessária para assentamento.

A = Área em m² de alvenaria calculada com base na metragem linear, descontando estruturas e aberturas, multiplicada pela altura de parede a ser levantada.

N = Quantidade de tijolos a serem utilizados no projeto.

B = Base do bloco cerâmico a ser assentado.

H = Altura do bloco cerâmico a ser assentado.

L = Largura do bloco cerâmico a ser assentado.

Dados;

$$A = 145,44 \text{ m}^2$$

$$N = 2.424 \text{ Tijolos}$$

$$B = 0,29 \text{ metros}$$

$$H = 0,19 \text{ metros}$$

$$L = 0,14 \text{ metros}$$

Logo;

$$V = [A - N \cdot (B \cdot H)] \cdot L$$

$$V = [145,44 - 2424 \cdot (0,29 \cdot 0,19)] \cdot 0,14$$

$$V = [145,44 - 2424 \cdot (0,0551)] \cdot 0,14$$

$$V = [145,44 - 133,56] \cdot 0,14$$

$$V = [11,88] \cdot 0,14$$

$$V = 1,66 \text{ m}^3$$

Para o projeto apresentado, será 1,66 m³ de argamassa de assentamento para fechamento das paredes externas e internas. Para fator de perda de material, de acordo com a (TCPO,2014), considera-se uma perda de 15% de blocos cerâmicos e 20% de argamassa como perdas inevitáveis, por isso será adicionado 20% do valor final neste trabalho, sendo que o volume de argamassa de assentamento será de 1,99m³ de argamassa a ser utilizada. O traço da argamassa foi desenvolvido posteriormente juntamente com a quantidade de material necessário.

3.6 Traço para mistura da argamassa de assentamento

A argamassa de assentamento de blocos cerâmicos, nada mais é do que uma dosagem de materiais, que juntos formam a argamassa para utilização na vedação. A mistura inclui a utilização de cimento, cal hidratada e areia, na proporção de 1/2/8, sendo 1 medida de cimento para 2 de cal e 8 de areia, a medida de água podendo variar muito em comparação a dosagem de cimento, pois depende de fatores ambientais na época de elaboração da argamassa, visto que a condição ambiental afeta diretamente a porcentagem de água infiltrada nos grãos de areia. De acordo com Moreira, Pereira e Dias (2014), em uma pesquisa realizada sobre o uso da borracha de pneus aplicado em ciclovias, indicam para uma mistura de argamassa, acrescentando raspas de pneu e não substituindo em uma fração da areia utilizada, concluiu-se que houve uma adição de água de 33,9% no total da mistura. Logo, para a mistura de assentamento é necessário que haja controle na aplicação da água até identificar o ponto ideal de consistência de aplicação, vale ressaltar que existe uma variação da quantidade de água por região devido a fatores climáticos. Portanto, para fins de cálculo quanto ao quantitativo de material a ser utilizado, foi descontado a fração destinado ao preço de utilização da água, devido a sua proporção de utilização variar por conta de fatores climáticos, influenciado em diferentes resultados quanto à quantidade de água a ser utilizada.

Tal traço para rodar a argamassa de assentamento está disposto na tabela SINAPI fornecida pelo site da Caixa Econômica Federal, ao qual informa o traço de argamassa para assentamento de blocos cerâmicos, utilizando betoneira de até 400L para rodar a mistura. Esse traço para mistura informado pela SINAPI, e para elaboração de argamassa de assentamento convencional.

Para utilização da borracha triturada como parte do agregado, serão retirados 30% do volume de areia e acrescentado o pó de borracha como parte de agregado para a mistura da argamassa de assentamento. Logo, para preparação da argamassa de assentamento com adição de borracha, foi acrescentada uma porcentagem de borracha triturada e retirado em mesma proporção certa quantidade destinada a areia.

3.7 Cálculo do quantitativo de material para elaboração da argamassa de assentamento por método convencional com traço 1/2/8

Para o traço de proporção 1/2/8 apresentado em tabela SINAPI, para elaboração de argamassa de assentamento por método convencional foram utilizados os seguintes dados para cálculo da proporção em kg de cimento, cal e de areia;

Dados:

Tabela 2. Massa unitária e peso específico dos materiais.

Cimento	Cal Hidratada	Areia
Peso Específico: 3,15 Kg/l	Peso Específico: 2,80 Kg/l	Peso Específico: 2,65 Kg/l
<u>Massa Unitária: 1,43 Kg/l</u>	<u>Massa Unitária: 0,50 Kg/l</u>	<u>Massa Unitária: 1,50 Kg/l</u>

Fonte: White José dos Santos – 2014.

Quanto à quantidade de água na mistura, foi definido o valor de 50% em relação ao consumo de cimento. Pois como mencionado, a quantidade de água para deixar uma mistura de argamassa no ponto ideal de trabalhabilidade, irá depender de fatores ambientais.

1º Passo

Multiplica-se a massa unitária de cada elemento pelo valor definido em traço. Tal resultado da multiplicação dará o resultado quanto à massa em Kg/l ou, Kg/dm³ de cada elemento que será utilizado para mistura.

Tabela 3. Cálculo da massa unitária vezes o traço especificado.

Cimento	Cal Hidratada	Areia
$M = 1 \cdot 1,43$	$M = 2 \cdot 0,50$	$M = 8 \cdot 1,50$
M: 1,43 Kg/l	M: 1,00 Kg/l	M: 12 Kg/l

2º Passo

Aderir às massas de cada elemento envolvido na mistura em função do cimento. Logo, dividem-se as massas de cada elemento pela massa do cimento.

Tabela 4. Cálculo da massa dividido pela massa do cimento.

-Cimento	-Cal Hidratada	-Areia
$M = \frac{1,43}{1,43}$	$M = \frac{1,00}{1,43}$	$M = \frac{12,00}{1,43}$
M = 1	M = 0,69	M = 8,39

Logo, para a proporção de cada elemento da mistura ficará da seguinte forma:

$$(1 / 0,69 / 8,39) 0,5$$

3º Passo

Aplicar a proporção encontrada no 2º passo na fórmula do consumo. Para identificar a quantidade de cimento a ser utilizada para elaboração de 1,99m³ de argamassa. Dividindo a proporção pelo peso específico de cada elemento.

Fórmula;

$$C = \frac{V}{\frac{1}{\gamma_C} + \frac{Cal}{\gamma_{Cal}} + \frac{A}{\gamma_A} + \text{Água}}$$

Onde:

C = Consumo

V = Volume de argamassa a ser produzido;

γ_C = Peso específico do cimento;

γ_{Cal} = Peso específico da Cal;

γ_A = Peso específico da Areia.

Logo;

$$C = \frac{V}{\frac{1}{\gamma_C} + \frac{Cal}{\gamma_{Cal}} + \frac{A}{\gamma_A} + \text{Água}}$$

$$C = \frac{1,99\text{m}^3 \times 1000}{\frac{1}{3,15 \text{ Kg/dm}^3} + \frac{0,69}{2,80 \text{ Kg/dm}^3} + \frac{8,39}{2,65 \text{ Kg/dm}^3} + 0,5}$$

Para o volume, multiplica-se por 1000 para transformar m³ em dm³.

$$C = \frac{1990 \text{ dm}^3}{0,32 \text{ dm}^3/\text{Kg} + 0,24 \text{ dm}^3/\text{Kg} + 3,16 \text{ dm}^3/\text{Kg} + 0,5}$$

$$C = \frac{1990 \text{ dm}^3}{4,22 \text{ dm}^3/\text{Kg}}$$

$$C = 471,56 \cong 472 \text{ Kg}$$

4º Passo

Calculo da quantidade de material.

Para Cimento:

$$C = \frac{472}{50} \rightarrow C = 9,44 \cong 10 \text{ sacos de cimento de 50 Kg}$$

Para Cal:

$$\text{Cal} = 472 \cdot 0,69 \rightarrow \text{Cal} = 325,68 \rightarrow \text{Cal} = 325,68 / 20 \rightarrow \text{Cal} = 16,28 \cong 17 \text{ sacos de cal de 20 Kg.}$$

Para Areia:

$$\text{Areia} = \frac{472 \cdot 8,39}{\text{Massa Unit.}} \rightarrow \text{Areia} = \frac{3960,08}{1,50} \rightarrow \text{Areia} = 2640 \text{ dm}^3$$

$$\text{Areia} = 2640 \text{ dm}^3 / 1000 \rightarrow \text{Areia} = 2,64 \text{ m}^3$$

3.8 Cálculo do quantitativo de material para elaboração da argamassa de assentamento com utilização de borracha triturada, substituindo em 30% do volume de areia

Para elaboração da argamassa de assentamento utilizando borracha triturada como um dos agregados foi substituído 30% do volume de areia pelo agregado de borracha. Sendo o novo traço para cálculo 1/2/5,6/2,4.

Dados:

Tabela 5. Massa unitária e peso específico dos materiais.

Cimento	Cal Hidratada
Peso Específico: 3,15 Kg/l	Peso Específico: 2,80 Kg/l
Massa Unitária: 1,43 Kg/l	Massa Unitária: 0,50 Kg/l
Areia	Borracha Triturada
Peso Específico: 2,65 Kg/l	Peso Específico: 1,15 Kg/l
<u>Massa Unitária: 1,50 Kg/l</u>	<u>Massa Unitária: 0,35 Kg/l</u>

Fonte: White José dos Santos – 2014.

Quanto à quantidade de água na mistura, foi definido o valor de 50% em relação ao consumo de cimento. Pois como mencionado, a quantidade de água para deixar uma mistura de argamassa no ponto ideal de trabalhabilidade, irá depender de fatores ambientais.

1º Passo

Multiplica-se a massa unitária de cada elemento pelo valor definido em traço. Tal resultado da multiplicação dará o resultado quanto a massa em Kg/l ou, Kg/dm³ de cada elemento que será utilizado para mistura.

Tabela 6. Calculo da massa unitária vezes o traço especificado.

-Cimento	-Cal Hidratada	-Areia	-Borracha Triturada
$M = 1 \cdot 1,40$	$M = 2 \cdot 0,50$	$M = 5,6 \cdot 1,50$	$M = 2,4 \cdot 0,35$
M: 1,43 Kg/l	M: 1,00 Kg/l	M: 8,40 Kg/l	M: 0,84 Kg/l

2º Passo

Aderir às massas de cada elemento envolvido na mistura em função do cimento. Logo, dividem-se as massas de cada elemento pela massa do cimento.

Tabela 7. Calculo da massa dividido pela massa do cimento.

-Cimento	-Cal Hidratada	-Areia	-Borracha Triturada
$M = \frac{1,43}{1,43}$	$M = \frac{1,00}{1,43}$	$M = \frac{8,40}{1,43}$	$M = \frac{0,84}{1,43}$
M = 1	M = 0,69	M = 5,87	M = 0,58

Logo, para a proporção de cada elemento da mistura ficara da seguinte forma:

$$(1 / 0,69 / 5,87 / 0,58) 0,5$$

3º Passo

Aplicar a proporção encontrada no 2º passo na formula do consumo. Para identificar a quantidade de cimento a ser utilizada para elaboração de 1,99m³ de argamassa. Dividindo a proporção pelo peso especifico de cada elemento.

Fórmula:

$$C = \frac{V}{\frac{1}{\gamma_C} + \frac{Cal}{\gamma_{Cal}} + \frac{A}{\gamma_A} + \frac{Bo}{\gamma_B}} \text{ Agua}$$

Onde:

C = Consumo;

V = Volume de argamassa a ser produzido;

γ_C = Peso específico do cimento;

γ_{Cal} = Peso específico da Cal;

γ_A = Peso específico da Areia.

γ_B = Peso específico da Borracha.

Logo:

$$C = \frac{1,99 \text{ m}^3 \times 1000}{\frac{1}{3,15 \text{ Kg/dm}^3} + \frac{0,69}{2,80 \text{ Kg/dm}^3} + \frac{5,87}{2,65 \text{ Kg/dm}^3} + \frac{0,58}{1,15 \text{ Kg/dm}^3} + 0,5}$$

Para o volume, multiplica-se por 1000 para transformar m^3 em dm^3 .

$$C = \frac{1990 \text{ dm}^3}{0,32 \text{ dm}^3/\text{Kg} + 0,24 \text{ dm}^3/\text{Kg} + 2,21 \text{ dm}^3/\text{Kg} + 0,50 \text{ dm}^3/\text{Kg} + 0,5}$$

$$C = \frac{1990 \text{ dm}^3}{3,77 \text{ dm}^3/\text{Kg}}$$

$$C = 527,85 \cong 528 \text{ Kg}$$

4º Passo

Cálculo da quantidade de material.

Para Cimento:

$$C = \frac{528}{50} \rightarrow C = 10,56 \cong 11 \text{ sacos de cimento de 50 Kg}$$

Para Cal:

$$\text{Cal} = 528 \cdot 0,69 \rightarrow \text{Cal} = 364,32 \rightarrow \text{Cal} = 364,32 / 20 \rightarrow \text{Cal} = 18,21 \cong 19 \text{ sacos de cal de 20 Kg.}$$

Para Areia:

$$\text{Areia} = \frac{528 \cdot 5,87}{\text{Massa Unit.}} \rightarrow \text{Areia} = \frac{3099,36}{1,50} \rightarrow \text{Areia} = 2066 \text{ dm}^3$$

$$\text{Areia} = 2066 \text{ dm}^3 / 1000 \rightarrow \text{Areia} = 2,06 \text{ m}^3$$

Para Borracha Triturada:

$$\text{Borracha Triturada} = 528 \cdot 0,58 \rightarrow \text{Borracha Triturada} = 306,24 \text{ Kg.}$$

4.0 Apresentação de custo dos materiais, e comparativo quanto a diferença de valor para elaboração da argamassa de assentamento convencional e com borracha triturada.

Para o custo dos materiais como cimento, cal hidratada e areia, foram feitas pesquisas de mercado na região metropolitana de Goiânia – Goiás. Quanto a apresentação do custo, foi realizado a média de valores de três estabelecimentos fornecedores de matérias. Posteriormente, comparado o custo da elaboração da argamassa por método convencional e o custo da elaboração de argamassa com a adição de borracha triturada, levando em consideração o custo do material fornecido pela indústria UTEP, com sede em Guarulhos - SP no valor de R\$1,40 o kg do pó de borracha, com granulometria abaixo de 0,68mm.

Tabela 8. Média de custo dos materiais.

Lojas	Media de Custos			
	Valores em R\$			
	Saco de Cimento 50Kg	Saco de Cal Hidratada 20 Kg	Areia m ³	
Comercial Pollyanna	R\$ 21,90	R\$ 9,90	R\$ 109,90	
Libanio Materiais de Construção	R\$ 22,50	R\$ 14,00	R\$ 105,00	
Boa Morada Materiais de Construção	R\$ 21,50	R\$ 15,90	R\$ 130,00	
Media de Custos	R\$ 21,97	R\$ 13,27	R\$ 114,97	

Para custo da elaboração da argamassa de assentamento por método convencional, foi calculado o preço do quantitativo de materiais exemplificado no item 3.8 (Cálculo do quantitativo de material para elaboração da argamassa de assentamento por método convencional com traço 1/2/8). Levando em consideração a quantidade de 10 sacos de cimento de 50 Kg, 17 sacos de cal hidratada de 20 Kg e 2,64 m³ de areia.

Chegou-se aos seguintes resultados:

Para Cimento

$$10 \text{ sacos de cimento} \times \text{R}\$21,97 = \text{R}\$ 219,70.$$

Para Cal Hidratada

$$17 \text{ sacos de cal} \times \text{R}\$13,27 = \text{R}\$225,59.$$

Para Areia:

1m³ ----- R\$114,97

2,64m³ ----- X

X = R\$303,50.

Total gasto em R\$

Total = Cimento + Cal Hidratada + Areia

Total = R\$ 219,70 + R\$ 225,59 + R\$ 303,50

Total = R\$ 748,81

Para custo da elaboração da argamassa de assentamento com a utilização de borracha triturada como parte do agregado da mistura, foi calculado o preço do quantitativo de materiais exemplificado no item 3.9 (Cálculo do quantitativo de material para elaboração da argamassa de assentamento com utilização de borracha triturada, substituindo em 30% do volume de areia). Levando em consideração o quantitativo de 11 sacos de cimento de 50 Kg, 19 sacos de cal hidratada de 20 Kg, 2,06 m³ de areia e 306,24 Kg de borracha triturada.

Chegou-se aos seguintes resultados:

Para Cimento

11 sacos de cimento x R\$21,97 = R\$ 241,67.

Para Cal Hidratada

19 sacos de cal x R\$13,27 = R\$252,13.

Para Areia

1m³ ----- R\$114,97

2,06m³ ----- X

X = R\$236,83.

Para Borracha Triturada

1 Kg ----- R\$1,40

306,24 Kg ----- X

X = R\$428,74

Total gasto em R\$

Total = Cimento + Cal Hidratada + Areia + Borracha Triturada

Total = R\$ 241,67 + R\$ 252,13 + R\$ 236,83 + R\$ 428,74

Total = R\$ 1.159,37

Com base nos resultados demonstrados a respeito da quantidade de matérias e preço total, para elaboração da argamassa de assentamento por método convencional, e para elaboração de argamassa de assentamento utilizando borracha triturada como um dos agregados, conclui-se que houve um aumento na quantidade de cimento e cal hidratada na mistura da argamassa com adição da borracha triturada, sendo que para elaboração da argamassa por método convencional deve-se utilizar 10 sacos de cimento de 50Kg e 17 sacos de Cal hidratada de 20 Kg, já para elaboração da argamassa com utilização da borracha, deve-se utilizar 11 sacos de cimento de 50 Kg e 19 sacos de Cal Hidratada de 20 Kg .

Para elaboração da argamassa com utilização de borracha triturada, aplicando-se 30% do volume em relação ao consumo de areia, logo, descontando 30% do que seria utilizado com areia e acrescentando a borracha, aplicando a correção da mistura no traço unitário para elaboração da argamassa. Tal acréscimo quanto a quantidade de cimento e cal hidratada se dá ao fato da massa unitária e peso específico de o pó da borracha terem valores considerados pequenos com relação aos demais, logo, é necessário maior consumo quanto aos materiais citados para se chegar ao volume necessário de argamassa.

Quanto ao gasto para compra dos materiais, houve uma diferença de R\$ 410,56 a mais com relação a elaboração da argamassa com adição de borracha, equivalendo a 35,40% a mais do valor em comparação com o gasto de materiais para elaboração de argamassa por método convencional. Tal diferença de valor se dá para elaboração de 1,99m³ de argamassa.

A Figura 6 ilustra o quantitativo de materiais utilizados em cada modo de elaboração da argamassa de assentamento.

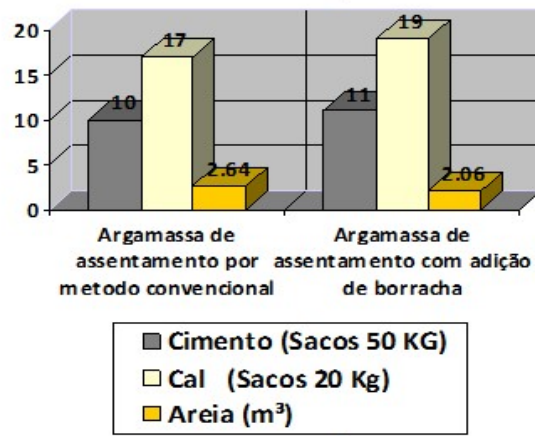


Figura 6. Relação do quantitativo de materiais.

5 CONCLUSÃO

Diante da análise do comparativo feito a respeito do quantitativo de materiais, sendo cimento, areia, cal e borracha triturada, e do valor a ser gasto para compra de tais produtos, a partir de uma planta arquitetônica com 70,69m² de área construída, considerou-se a elaboração de argamassa de assentamento por método convencional, seguindo o traço fornecido pela tabela SINAPI, sendo 1/2/8, para rodar a mistura em betoneira. E comparando com a elaboração de argamassa de assentamento utilizando como um dos agregados a borracha triturada, em que foi descontado do traço unitário o valor de 30% para medida de areia e acrescentando o material de borracha. Para o assentamento dos blocos cerâmicos definidos em projeto, chegou-se ao resultado do volume de argamassa necessária na quantia de 1,99m³.

Com base nos resultados do quantitativo de cimento, cal hidratada e areia para elaboração da argamassa de assentamento por método convencional, se obteve o valor final para compra dos produtos de R\$748,81. Já para quantitativo de cimento, cal hidratada, areia e borracha triturada para elaboração da argamassa de assentamento com adição do pó de borracha, se obtiveram o valor final de R\$1159,37. Uma diferença de R\$410,56 a maior para elaboração da argamassa com a adição de borracha.

Tal pesquisa teve como critério identificar a viabilidade econômica quanto à utilização da borracha triturada como um agregado para argamassa de assentamento, sendo necessárias pesquisas com a utilização da borracha como agregado da argamassa para atestar que a mistura atenderá a critérios especificados em normas, como taxa mínima de compressão para o material em MPA, atestar se a mistura com adição de borracha atende a uma consistência boa para aplicação em obra, dentre outros parâmetros a serem considerados.

Quanto à viabilidade econômica, a adição da borracha triturada como parte do agregado para elaboração da argamassa de assentamento resulta em um orçamento viável. Pois tal diferença de valor, R\$410,56 a mais para elaboração da argamassa para assentar os blocos de uma residência de 70,69 m², acaba sendo um valor irrisório quanto ao valor final de toda a obra. Levando em consideração que tal análise orçamentaria foi elaborada a partir de um projeto padrão médio, talvez para construção de um número considerado de casas, como em construções de casas populares desenvolvido pelas prefeituras ou para construção de um prédio, tal diferença de valor para aplicação da borracha triturada como parte do agregado possa resultar em um custo considerável.

Conclui-se que para elaboração da argamassa de assentamento com a adição da borracha triturada é economicamente viável para obras de pequeno e médio porte. Pois tal diferença de valor acaba sendo pequena em comparação ao valor final da obra. Sendo uma ótima medida para minimizar o impacto ambiental acarretado pelo pneu, pois se cada obra utilizar a borracha triturada como parte do agregado na mistura de argamassa para assentamento estaríamos destinando cada vez mais deste material para reutilização, e com isso promovendo a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira do Segmento de Reforma de Pneus (ABR), 2017.

ALVES, G.S.; CRUZ, A.L. **Asfalto-borracha – Uma Inovação na Tecnologia Aliada ao Meio Ambiente**. Trabalho de Conclusão de Curso, Coordenação de Construção Civil, Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás, Goiânia - GO, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270/2005: Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - Terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro, 2005.

BORJA, E.V.; SANTOS E.A. 2005. **Investigação experimental de traços para blocos de concreto para alvenaria de vedação com adição de resíduos de pneus reciclados**. IFRN, Rio Grande do Norte, 2005. Disponível em <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/57>>. Acesso em: fev. 2019.

CAIXA. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, SINAPI. **Alvenaria de Vedação**. Lote 1, versão 008, vigência 006/2014, atualização 07/2017. Acesso em:

EIRAS, J. N. et al. **Physical and mechanical properties of foamed Portland cement composite containing crumb rubber from worn tires**. *Materials & Design*, v. 59, 2014, p. 550-557. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261306914002076>>. Acesso em: fev. 2019.

FREITAS, C. **Estudo do desempenho mecânico de concreto com adição de partículas de borracha para aplicação como material de reparo em superfícies hidráulicas**. Curitiba. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Engenharia-PIPE-Universidade Federal do Paraná, 2007. Disponível em <<http://www.pipe.ufpr.br/portal/defesas/dissertacao/126.pdf>>. Acesso em: fev. 2019.

GONÇALVES, L. B. **O uso da borracha enquanto um elemento que proporciona a sustentabilidade na construção civil**. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS, v.1, n.1, 2014, p.51-59. Disponível em <<https://periodicos.set.edu.br/index.php/fitsexatas/article/view/1237>>. Acesso em: fev. 2019.

GRANZOTTO, L. **Concreto com adições de borracha: Uma alternativa ecologicamente viável**. Maringá, Dissertação (Mestrado) -Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana-Universidade Estadual de Maringá, 2010.

HUANG, B. et al. **Investigation into waste tire rubber-filled concrete**. *Journal of Materials in Civil Engineering*, v.16, n.3, 2004, p.187-194. Disponível em <[https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2004\)16:3\(187\)](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0899-1561(2004)16:3(187))>. Acesso em: fev. 2019.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2017.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000, p.102.

KAMIMURA, E. **Potencial de utilização dos resíduos de borracha de pneus pela indústria da construção civil**. UFSC, Florianópolis, Santa Catarina. 2002. Disponível em <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/83493/193675.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: fev. 2019.

MARTUSCELLI, C. C. **Efeito da adição de resíduos de borracha de pneus nas propriedades de compósitos polímeros-cerâmicos**. São João del Rei: Universidade Federal de São João del Rei, 2013.

MONTEIRO, J.H.P. **Gestão integrada de resíduos sólidos: manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, RJ: IBAM, 2001, 31 p.

MOREIRA, J. F.; FIDELIS, V. R. P.; DIAS, J. F. **Concreto com Borracha de Pneus Aplicado em Ciclovia**. Holos Environment, v.14 n. 2, 2014, p. 185-197.

PEREIRA, Caio. Cálculo da quantidade de tijolos. Publicado em Escola de Engenharia, 2019. Acesso em <<https://www.escolaengenharia.com.br/calculo-da-quantidade-de-tijolos/>>.

ROBERTO, L.C. **Sustentabilidade na construção civil**. Belo Horizonte: UFMG, 2009, p. 29. Disponível em <<http://especializacaocivil.demc.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%E7%E3o%20CivilL.pdf>>. Acesso em: fev. 2019.

SANTOS, J., L. V. **Projeto e execução de alvenarias: fiscalização e critérios de aceitação**. São Paulo: PINI, 2014.

SANTOS, R. M. **Efeito da adição de partículas de borracha de pneus nas propriedades físico-mecânicas de compósito cimentício**. Universidade Federal do São João Del-Rei. Departamento de Engenharia Mecânica. São João Del-Rei, 2012.

SANTOS, W. J. **Desenvolvimento de Metodologia De Dosagem de Argamassas de Revestimento de Assentamento**. Minas Gerais, 2014. Disponível em <<https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/6865>>. Acesso em: fev. 2019.

SEGRE, Cristina Nádia. **Reutilização De Borracha De Pneus Usados Como Adição Em Pasta De Cimento**. 1999. Disponível em <<http://biq.iqm.unicamp.br/arquivos/teses/vtls000224301.pdf>>. Acesso em: fev. 2019.

SILVA, J. D.; CARVALHO, L. C. **Alvenaria Estrutural e De Vedação: Uma análise comparativa de custos de dois empreendimentos multifamiliar**. 2018. Disponível em <<http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/628/1/Jos%C3%A9%20D%C3%A9lio.pdf>>. Acesso em: fev. 2019.

SOUSA, H. **Construções em alvenaria**. Porto, Portugal, Universidade do Porto, 2003.

TABELAS DE COMPOSIÇÃO DE PREÇOS PARA ORÇAMENTOS (TCPO). 14. ed. São Paulo: Pini, 2014.

YEMAL J. A.; TEIXEIRA N. O. V.; NAAS I. A. **Sustentabilidade na Construção Civil**. São Paulo, 2011. Disponível em:<http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/6B/8/Yemal_JA%20-%20Paper%20-%206B8.pdf>. Acesso em: fev. 2019.

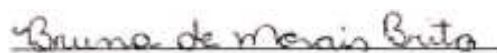
DECLARAÇÃO E AUTORIZAÇÃO

Eu, Bruna de Moraes Brito portador (a) da Carteira de Identidade nº 62788, emitida pelo SSP/GO, inscrito (a) no CPF sob nº 702.866.091-50, residente e domiciliado(a) na rua C13, setor Novo Horizonte, na cidade de Goiânia, estado de Goiás, telefone fixo (62)3091-3312 e telefone celular (62)98143-7607 e-mail:brunamoraishrito@hotmail.com, declaro, para os devidos fins e sob pena da lei, que o Trabalho de Conclusão de Curso: ESTUDO DA APLICAÇÃO DO AGREGADO DA BORRACHA DO PNEU NA ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM UMA PEQUENA OBRA RESIDENCIAL EM GOIÂNIA-GO, é uma produção de minha exclusiva autoria e que assumo, portanto, total responsabilidade por seu conteúdo.

Declaro que tenho conhecimento da legislação de Direito Autoral, bem como da obrigatoriedade da autenticidade desta produção científica. Autorizo sua divulgação e publicação, sujeitando-me ao ônus advindo de inverdades ou plágio e uso inadequado de trabalhos de outros autores. Nestes termos, declaro-me ciente que responderei administrativa, civil e penalmente nos termos da Lei 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

Pelo presente instrumento autorizo o Centro Universitário de Goiás, Uni-ANHANGUERA a disponibilizar o texto integral deste trabalho tanto na biblioteca, quanto em publicações impressas, eletrônicas/digitais e pela internet. Declaro ainda, que a presente produção é de minha autoria, responsabilizo-me, portanto, pela originalidade e pela revisão do texto, concedendo ao Uni-ANHANGUERA plenos direitos para escolha do editor, meios de publicação, meios de reprodução, meios de divulgação, tiragem, formato, enfim, tudo o que for necessário para que a publicação seja efetivada.

Goiânia 23 de Novembro de 2019



Bruna de Moraes Brito

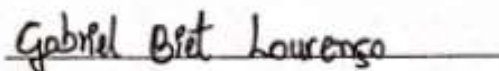
DECLARAÇÃO E AUTORIZAÇÃO

Eu, Gabriel Biet Lourenço, portador (a) da Carteira de Identidade nº 5197471, emitida pelo SSP/GO, inscrito (a) no CPF sob nº 033.192.711-05, residente e domiciliado(a) na rua C-96, Quadra 200 Lote 18, setor Sudoeste, na cidade de Goiânia, estado de Goiás, telefone fixo (62)3434-8612 e telefone celular (62)98169-9859 e-mail: gabrielbiet23@gmail.com, declaro, para os devidos fins e sob pena da lei, que o Trabalho de Conclusão de Curso: ESTUDO DA APLICAÇÃO DO AGREGADO DA BORRACHA DO PNEU NA ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM UMA PEQUENA OBRA RESIDENCIAL EM GOIÂNIA-GO, é uma produção de minha exclusiva autoria e que assumo, portanto, total responsabilidade por seu conteúdo.

Declaro que tenho conhecimento da legislação de Direito Autoral, bem como da obrigatoriedade da autenticidade desta produção científica. Autorizo sua divulgação e publicação, sujeitando-me ao ônus advindo de inverdades ou plágio e uso inadequado de trabalhos de outros autores. Nestes termos, declaro-me ciente que responderei administrativa, civil e penalmente nos termos da Lei 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, que altera e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

Pelo presente instrumento autorizo o Centro Universitário de Goiás, Uni-ANHANGUERA a disponibilizar o texto integral deste trabalho tanto na biblioteca, quanto em publicações impressas, eletrônicas/digitais e pela internet. Declaro ainda, que a presente produção é de minha autoria, responsabilizo-me, portanto, pela originalidade e pela revisão do texto, concedendo ao Uni-ANHANGUERA plenos direitos para escolha do editor, meios de publicação, meios de reprodução, meios de divulgação, tiragem, formato, enfim, tudo o que for necessário para que a publicação seja efetivada.

Goiânia, 23 de Novembro de 2019.



Gabriel Biet Lourenço

ESTUDO DA APLICAÇÃO DO AGREGADO DA BORRACHA DO PNEU NA ALVENARIA DE VEDAÇÃO EM UMA PEQUENA OBRA RESIDENCIAL EM GOIÂNIA – GO

BRITO, Bruna de Moraes¹; LOURENÇO, Gabriel Biet¹; NASCIMENTO, Cristiane Roldan de Carvalho².

1 Alunos do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA. 2 Professora orientadora Mestra do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA.

Atualmente o planeta Terra vem sofrendo com o descarte inadequado de lixo no meio ambiente. Dentre os materiais descartados de forma irregular, se enquadra o pneu, feito de borracha, utilizado em automóveis, caminhões, aviões, motos, bicicletas etc. Em decorrência ao descarte inadequado do pneu na natureza, o objetivo deste trabalho é de apresentar uma forma de reutilizar a borracha, agregando o mesmo em alvenarias de vedação, acrescentando como parte do material utilizado na argamassa de assentamento. O processo tem como finalidade realizar um comparativo de valor quanto à utilização da argamassa convencional para assentamento e a utilização da borracha como parte de agregado da argamassa. Tal análise foi realizada a partir de um projeto arquitetônico, em que foi calculado o volume de argamassa a ser utilizada para assentamento da alvenaria. Com isso o objetivo visou em destacar a viabilidade econômica de se utilizar a borracha como parte do processo de elaboração da argamassa de assentamento.

PALAVRAS-CHAVE: Alvenaria de Vedação. Construção Sustentável. Borracha. Análise Econômica.