

**REDE DE ENSINO DOCTUM  
UNIDADE JOÃO MONLEVADE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**GABRIELA SILVEIRA LUZ HERTEL MAGRIS  
JULIANA SILVEIRA MARTINS**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE REVESTIMENTOS EM  
FACHADAS COM UTILIZAÇÃO DE GRANITO E  
ECOGRANITO**

**JOÃO MONLEVADE  
2019**

**GABRIELA SILVEIRA LUZ HERTEL MAGRIS  
JULIANA SILVEIRA MARTINS**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE REVESTIMENTOS EM FACHADAS COM  
UTILIZAÇÃO DE GRANITO E ECOGRANITO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil no curso de Engenharia Civil, da Faculdade Doctum de João Monlevade.

Orientador: Prof. Ms. Pedro Vale Sales

Coorientador: Prof. Ms. Rieder de Oliveira Neto

**JOÃO MONLEVADE**

**2019**

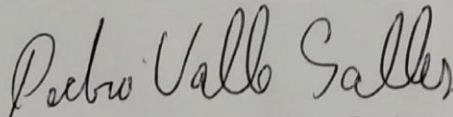
GABRIELA SILVEIRA LUZ HERTEL MAGRIS  
JULIANA SILVEIRA MARTINS

ANÁLISE COMPARATIVA DE REVESTIMENTOS EM FACHADAS COM  
UTILIZAÇÃO DE GRANITO E ECOGRANITO

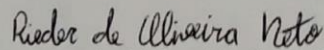
Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado  
para obtenção do grau de bacharel em  
Engenheiro Civil no curso de Engenharia Civil,  
da Faculdade Doctum de João Monlevade.

João Monlevade, 10 de dezembro de 2019.

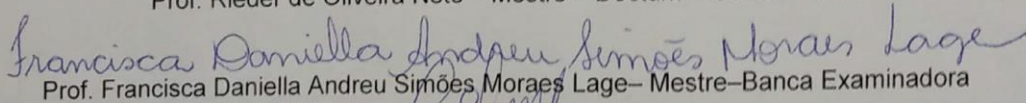
BANCA EXAMINADORA



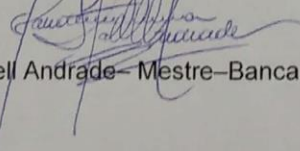
Prof. Pedro Valle Salles – Mestre – Doctum – Orientador



Prof. Rieder de Oliveira Neto – Mestre – Doctum – Coorientador



Prof. Francisca Daniella Andreu Simões Moraes Lage – Mestre – Banca Examinadora



Prof. Gardênia Staell Andrade – Mestre – Banca Examinadora

**Dedicamos este trabalho aos nossos pais,  
que nos deram apoio em todos os  
momentos.**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos primeiramente a Deus que nos deu força e coragem diante de todos os momentos, que nos sustentou diante as dificuldades encontradas. Aos nosso pais, Aparecida, Vanderlúcia e Ronaldo que nos apoiaram e incentivaram todos os dias.

Ao Paulo Henrique, que nos apoiou, incentivou, deu puxões de orelhas necessários e que também dedicou seu pouco tempo a nos ensinar, nos mostrou os diversos caminhos da engenharia, com paixão nos olhos e nos fez amar ainda mais essa linda e importante profissão.

Aos nossos mestres que dedicaram seus dias a nos preparar para o futuro mercado de trabalho. Ao professor orientador Pedro, e o coorientador Rieder, pela paciência e perseverança em nosso projeto.

Um agradecimento especial a Ecogranito e Linha Verde, por abrir as portas e nos receber com tanto carinho e atenção. Sem eles essa pesquisa seria impossível.

Agradecemos a todos que nessa jornada de cinco anos estiveram presentes, e entenderam a nossa ausência, necessária para os dias de preparação e estudos.

**“Semear ideias ecológicas e plantar sustentabilidade é ter a garantia de colhermos um futuro fértil e consciente.”**

**Nagib Anderáos Neto**

## RESUMO

O presente estudo tem por objetivo comparar o Ecogranito, um produto sintético semelhante ao granito, com o granito, rocha ornamental, no quesito custo, produtividade, sustentabilidade e aparência. Para isso, foi realizado um estudo de caso para buscar conhecer a prática da instalação do granito e a aplicação do Ecogranito. O estudo foi realizado por meio de visitas à obras na região do Vale do Aço em Minas Gerais e por meio de pesquisas bibliográficas. Como resultado, foi possível demonstrar vantagens e desvantagens, bem como apresentar um material sustentável, que promove a redução da quantidade de resíduos da construção civil, sendo o setor que mais gera resíduos no mundo. Como conclusão, é apresentada a vantagem que se tem ao utilizar o Ecogranito, não somente pelos custos, mas pela sustentabilidade do produto. Logo, o Ecogranito demonstrou ser um material com baixo custo, em relação ao granito, com aparência bem semelhante, sendo a diferença quase imperceptível.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Ecogranito. Granito.

## **ABSTRACT (em inglês)**

This study aims to compare Ecogranite, a synthetic granite-like product with granite, ornamental rock, in terms of cost, productivity, sustainability and appearance. For such, a case study was conducted with the objective of knowing the practice of granite installation and the application of Ecogranite. The study was carried out through visits to works in the Vale do Aço region, in Minas Gerais state, and through bibliographic research. As a result, it was possible to demonstrate advantages and disadvantages, besides presenting a sustainable material, which promotes the reduction of the amount of construction waste, which is the sector that generates more waste in the world. As a conclusion, the advantage presented by the use of Ecogranite is presented, not only for the costs, but for the sustainability of the product. Ecogranite proved to be a low-cost material compared to granite, with a very similar appearance, the difference being almost noticeable.

**Keywords:** Sustainability, Ecogranite, Granite



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Catálogo De Cores Ecogranito.....	22
Figura 2 – Misturador Horizontal.....	23
Figura 3 – Pedras Paginadas .....	31
Figura 4 – Esquema De Montagem .....	32
Figura 5 – <i>Insert</i> De Fixação .....	32
Figura 6 – <i>Inserts</i> Instalados .....	33
Figura 7 – Cortes Para Fixação .....	33
Figura 8 – Pilares Sem Revestimentos .....	33
Figura 9 – Pilares Revestidos .....	33
Figura 10 – Treinamento De Aplicação Do Ecogranito .....	34
Figura 11 – Preparação Da Superfície .....	35
Figura 12 – Aplicação Do Primmer.....	35
Figura 13 – Destaque Da Paginação.....	36
Figura 14 – Aplicação Do Ecogranito .....	36
Figura 15 – Aplicação Do Ecogranito .....	36
Figura 16 – Ecogranito Finalizado .....	36
Figura 17 – Granito E Ecogranito.....	39
Figura 18 – Aparência Do Ecogranito À Distância.....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Periodicidade de tecnologia e sua competência de utilização.....	17
Tabela 2 – Uso de tecnologia associado ao tipo de material.....	18
Tabela 3 – Perfil da produção brasileira por tipo de rocha.....	19
Tabela 4 – Geração de efluentes nos equipamentos utilizados na produção.....	24
Tabela 5 – Planilha de custos do granito aerado.....	37
Tabela 6 – Planilha de custo do Ecogranito.....	37

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
Mt	Mega Toneladas

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1.1 Objetivos Específicos</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>14</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1.1 Extração</b> .....	<b>15</b>
2.1.1.1 Métodos De Extração De Rochas Ornamentais .....	16
2.1.1.2 Critérios Funcionais Das Tecnologias .....	16
2.1.1.3 Beneficiamento .....	17
2.1.1.4 Produção De Rochas Ornamentais .....	18
<b>2.1.2 Execução De Rochas Ornamentais Em Fachadas</b> .....	<b>19</b>
<b>2.1.3 Vantagens E Desvantagens No Uso De Rochas Ornamentais</b> .....	<b>20</b>
<b>2.2 ECOGRANITO</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2.1 Dolomitas</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2.2 Flocos</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2.3 Produção do Ecogranito</b> .....	<b>23</b>
<b>2.2.4 Aplicação do Ecogranito</b> .....	<b>25</b>
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>28</b>
<b>3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA</b> .....	<b>28</b>
<b>3.2 PLANO DE COLETA E INTERPRETAÇÃO DE DADOS</b> .....	<b>29</b>
<b>3.3 O MÉTODO DO ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>30</b>
<b>4 ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>31</b>
<b>4.1 GRANITO</b> .....	<b>31</b>
4.1.1 Estudo De Caso Instalação Do Granito .....	31
<b>4.2 ECOGRANITO</b> .....	<b>34</b>
<b>4.3 COMPARAÇÃO DE CUSTOS E PRODUTIVIDADE</b> .....	<b>37</b>
<b>4.4 COMPARAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL</b> .....	<b>38</b>
<b>4.5 COMPARAÇÃO ESTÉTICA E DE MERCADO</b> .....	<b>39</b>
<b>4.6 CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS</b> .....	<b>40</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>422</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>444</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade na construção civil está cada vez mais em evidência. Com isso, empreendedores buscam meios alternativos que não agridam o meio ambiente. O impacto que a construção civil tem gerado em toda sua cadeia produtiva é enorme, não somente na construção e demolição, mas também na manutenção.

Sabe-se que a construção é um dos setores que mais geram resíduos sólidos. Diante disso, vê-se a necessidade de investir em materiais sustentáveis que possam garantir o futuro do meio ambiente.

Muito utilizado para gerar uma estética mais agradável, o mármore e o granito são exemplos de materiais cuja extração causa consideráveis danos ao meio ambiente. Os mesmos são utilizados com frequência devido à sua elegância e harmonia de cores e estilos. A aplicação do granito é feita de duas maneiras mais comuns: o assentamento com argamassa, e/ou aerado, onde a peça é fixada por meio de *inserts* metálicos (NASSIF, 2015).

Com objetivo de mitigar os impactos ambientais causados pela extração do granito e reduzir os custos diretos e indiretos da aplicação do granito em fachadas, apresenta-se um o produto sintético que imita o granito, esse denominado “Ecogranito”.

O Ecogranito, trazido para o Brasil no ano de 2009, imitando o granito na sua forma bruta. O mesmo pode ser aplicado em fachadas rebocadas por aplicadores que tenham feito um curso prévio na empresa fabricante. Sua aplicação é semelhante à aplicação de massa corrida, apresentando uma grande produtividade e reduzido prazo de execução (DO JAPÃO PARA O BRASIL..., 2019).

No entanto, a presente pesquisa visa apresentar uma alternativa sustentável ao uso de pedras ornamentais, bem como as vantagens e desvantagens no uso do sintético Ecogranito, como alternativa ao granito.

## **1.1 Objetivos**

Com este trabalho, foi pretendido abordar a importância da utilização de materiais sustentáveis em obras civis com foco no uso do Ecogranito. Para tanto, objetivou-se desenvolver estudo de caso e elucidar a aplicação do Ecogranito em fachadas prediais, apresentando suas vantagens e desvantagens em relação ao uso de pedras ornamentais.

### **1.1.1 Objetivos Específicos**

- a) Comparar o uso do Ecogranito com o granito em relação à sustentabilidade;
- b) Apresentar comparativo entre a aplicação convencional de pedras ornamentais e a aplicação do sintético Ecogranito;
- c) Comparar o custo dos materiais em foco;
- d) Elucidar sobre a importância de construções sustentáveis.

## **1.2 Justificativa**

O Ecogranito é um material com potencial para o mercado atual. Logo, faz-se necessário abordar sua importância, dando ênfase quanto à sua sustentabilidade. Ao se conhecer mais desse material, pode-se entender sua função em todos os aspectos, aplicações e durabilidade. Sendo o Ecogranito, um material novo no mercado da construção civil, tem-se a importância desse estudo para esclarecimentos acadêmicos e técnicos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Essa pesquisa trata do estudo de caso do revestimento em fachadas utilizando o granito e o Ecogranito, com a realização de visitas técnicas em obras da região metropolitana de Belo Horizonte e do Vale do Aço, em Minas Gerais. O trabalho visa identificar o comparativo do modo de aplicação bem como seus respectivos custos. Como referencial foram utilizadas revisões bibliográficas acerca dos respectivos materiais, granito e Ecogranito.

### 2.1 Rochas Ornamentais

São formações rochosas, encontradas na natureza e compostas por diversos minerais podendo ser usadas para decoração de ambientes, arte, construção civil, dentre outros. A NBR 15012 define:

Rocha ornamental é um "material pétreo natural utilizado em revestimentos internos e externos, estruturas, elementos de composição arquitetônica, decoração, mobiliário e arte funerária". (ABNT, 2013, pg.1).

Comercialmente, as rochas utilizadas em fachadas podem ser classificadas em dois grandes tipos, sendo eles:

- Mármore: pedra calcária de variadas cores, com grande dureza, suscetível de polimento e que se emprega em arquitetura e estatuária. Dentre os minérios que compõem esta rocha está a mica, o feldspato e outros (NASSIF, 2015).
- Granito: rocha eruptiva, granular e cristalina, formada de feldspato, quartzo e mica em cristais mais ou menos volumosos e agregados (NASSIF, 2015).

#### 2.1.1 Extração

A extração, também conhecida como lavra, é a retirada de material a ser aproveitado dos maciços rochosos. Os blocos, provenientes da extração, devem ter ângulos retangulares e de dimensões que possam ser aproveitados com maior utilização dos equipamentos no processo de beneficiamento (LIMA ET AL, 2014). As principais fases da lavra consistem em:

- Prospecção: etapa de localização da jazida mineral de rocha ornamental;

- Pesquisa mineral: etapa que consiste na avaliação das informações para traçar a melhor linha de planejamento de sua extração;
- Lavra: consiste na extração do mineral em si;
- Recuperação da área degradada.

#### 2.1.1.1 Métodos De Extração De Rochas Ornamentais

Os métodos são definidos para o melhor aproveitamento do material extraído em uma jazida, levando em consideração sua geometria, volume e curso de ascensão. (REIS; SOUZA, 2003)

A melhor escolha do método de lavra a ser definido é em função da morfologia dos afloramentos, dos volumes da reserva mineral, da análise do plano estrutural da jazida, de seu estado de fraturamento, da localização geográfica da área, e das características intrínsecas do material objeto da exploração. (Lima et al, 2014, p.162).

De acordo com Lima *et al.* (2014), os principais métodos de extração são:

- Extração por desabamento: método no qual se aplica nos casos em que a jazida possui a forma prismática ou planos de expropriação;
- Extração seletiva: aplica-se frequentemente nos casos onde o maciço a ser explorado possui, como característica, a presença de famílias distintas de fraturas com orientações principais preferencialmente ortogonais;
- Extração de matacões: método no qual os matacões são separados em duas ou mais partes para serem talhadas em blocos;
- Extração por bancas: método no qual a mina é dividida em vários níveis consecutivos de extração, que progride lateralmente de forma contínua com altura definida pela estrutura geológica da jazida e dos traços físico-mecânicos. Podem ser classificadas em: lavra em cava, poço, bancadas altas, bancadas baixas e painéis verticais;
- Extração subterrânea: método onde se realiza vãos subterrâneos, também conhecidos por salões, no qual são apoiados por pilares.

#### 2.1.1.2 Critérios Funcionais Das Tecnologias

O parâmetro de escolha de tecnologia de corte obedece a critérios técnicos, econômicos, de segurança e de saúde ocupacional. A Tabela 1 aponta a periodicidade



de cada tecnologia e métodos de utilização para cada tipo de extração. Já, a Tabela 2, contrasta a uso de tecnologias em associação ao tipo de material de extração, sendo granito e mármore.

Tabela 1 - Periodicidade de tecnologia e sua competência de utilização

Método	Tecnologia							
	PD+E	PD+ME	PC	DMC	FH	FD	FJ	WJ
<b>Lavra por bancada</b>								
<b>Cortes primários</b>	XXXO	XOO	XXO	-	XO	XXX	XXO	O
<b>Cortes secundários</b>	XXXO	XOO	XO	XO		XXOO	-	O
<b>Esquadreamento</b>	XO	XO	-	XXOO	-	XOO	-	OO
<b>Painéis verticais</b>								
<b>Cortes primários</b>	XXOO	-	-	-	-	XX	-	O
<b>Esquadreamento</b>	X	XO	-	XXOO	-	OO	-	OO
<b>Lavra por desmoroamento</b>								
<b>Desmonte</b>	XX	-	-	-	-	X	-	-
<b>Esquadreamento</b>	XO	XO	-	XXOO	-	OO	-	O
<b>Lavra seletiva</b>								
<b>Desmonte</b>	XXO	-	-	-	-	X	-	-
<b>Esquadreamento</b>	X	XO	-	XXOO	-	OO	-	OO
<b>Lavra por matacões</b>								
<b>Divisões</b>	XXO	-	-	XO	-	-	-	O
<b>Esquadreamento</b>	X	XO	-	XXO	-	XX	-	-
<b>Lavra subterrânea</b>								

Fonte: Lima et al (2014, p.192)

**Legenda:**

PD+E = Perfuração  
descontínua + explosivos  
PD+ME = Perfuração  
descontínua + massa  
expansiva  
PC = Perfuração contínua  
DMC = Perfuração  
descontínua + cunhas

FH = Corte com fio  
helicoidal  
FD= Corte com fio  
diamantado  
FJ = Corte com flame-jet  
WJ = Corte com water-jet

**Frequência de Aplicação:**

XXX Elevada  
XX Média  
X Baixo

**Potencial de Aplicação:**

OOO Muito bom  
OO Bom  
O Baixo

### 2.1.1.3 Beneficiamento

Consiste na etapa de modificação dos blocos, retirados na fase de extração, em produtos acabados ou semiacabados. As etapas de beneficiamento são divididas em primário e secundário.

O primário, chamado de serragem ou desdobramento, baseia-se no corte dos blocos em chapas com espessuras próximas do produto acabado (Lima et al, 2014).

A etapa secundária é o processo final no qual os blocos e placas sofrem acabamento superficial, como a flamagem, o apicoamento, escovação, polimento, resinagem, entre outras (Lima et al, 2014).

O processo de acabamento mais usual nas marmorarias é o polimento no qual deixa a superfície brilhante e retira-se toda porosidade. Através do processo de resinagem se obtém um brilho mais intenso. Aplicando a resina em toda superfície da rocha e posteriormente se faz a lustração.

Tabela 2 - Uso de tecnologias associado ao tipo de material

Material	Tecnologia								
	PD+E	PD+ME	PC	CMD	CCD	FH	FJ	FD	WJ
Mármore	XO	XXO	XO	XXX	XXOO	XO	-	XXX	-
Granito	XXOO	XXOO	XXO	-	-	-	XO	XXX	XXO

Fonte: Lima et al (2014, p.193).

**Legenda:**

PD+E = Perfuração descontínua + explosivos

PD+ME = Perfuração descontínua + massa expansiva

PC = Perfuração contínua

CMD = Cortador à corrente metal duro

CCD = Cortador à corrente diamantada

FH = Corte com fio helicoidal

FJ = Corte com *Flame-jet*

FD = Corte com fio diamantado

WJ = Corte com *Water-jet*

**Aplicação:**

XXX Elevada

XX Média

X Baixo

**Potencial de Aplicação:**

OOO Muito bom

OO Bom

O Baixo

#### 2.1.1.4 Produção De Rochas Ornamentais

Foi estimada pela Associação Brasileira de Indústria de Rochas Ornamentais em 9,2 Mt, no ano de 2017, a produção nacional de materiais rochosos naturais, para ornamentação e revestimento. Inclui-se mármore, granito e outras rochas silicáticas (FILHO, 2018).

De acordo com a estimativa existem cerca de 1500 frentes de extração ativas, responsáveis por mais de 1200 tipos comerciais de rochas existentes no mercado interno e externo (FILHO, 2018).

O perfil da produção nacional, por tipo de rocha, é apresentado na Tabela 3. Daí, nota-se que o granito corresponde a 54% do total produzido. (FILHO, 2018)

Tabela 3- Perfil da produção brasileira por tipo de rocha

<b>Tipos de Rocha</b>	<b>Produção (Mt)</b>	<b>Participação (%)</b>
Granito e similares	5	54
Mármore e Travertino	2	22
Ardósia	0,4	4,5
Quartzito Foliado	0,3	3
Quartzito Maciço	0,9	10
Pedra Miracema	0,2	2
Outros (Basalto, Pedra Cariri, Pedra-Sabão, etc.)	0,4	4,5
Total Estimado	9,2	100

Fonte: Cid Filho (2018, p.19)

### 2.1.2 Execução De Rochas Ornamentais Em Fachadas

Inicialmente, a execução de fachadas deve se pautar na condição e processo de aplicação do revestimento, atendendo aos parâmetros previstos em norma, além da compatibilização em projeto do revestimento externo em relação às esquadrias. A base mais comum para aplicação, instalação ou fixação de revestimentos é a argamassa. (SOUZA; OLIVEIRA, 2016)

O revestimento argamassado, pode ser entendido como a proteção de uma superfície porosa, com espessura normalmente uniforme, apta a receber de maneira adequada uma decoração final. (SZALAK, *et al*, 2006)

O intuito da escolha do revestimento que cobrirá a fachada de uma edificação leva em conta além de sua aparência, a importância de proteger e resistir às intempéries. Em edificações revestidas com pedras ornamentais são esperadas durabilidade e resistência. (LIMA, *et al*, 2018)

Mármore, granitos, ardósia, gnaisse e outras rochas ornamentais são materiais de revestimento muito duráveis, além de conferir solidez à edificação. Porém, se não forem corretamente instalados ou não receberem cuidados apropriados, apresentam problemas que certamente encurtarão sua vida útil e comprometerão a qualidade do revestimento e da obra. (IAMAGUTI, 2001)

As rochas podem ser assentadas com aplicação de argamassa colante, geralmente em conjunto com algum tipo de fixação metálica, tais como parafusos ou fixadores tipo *inserts* metálicos.

Em virtude do local de aplicação e da dimensão das peças há diferentes especificações de argamassa. É importante obedecer às recomendações dos fabricantes, tanto para especificações dos produtos como para o modo de aplicação, evitando, assim, futuras patologias. (NASSIF, 2015)

### **2.1.3 Vantagens E Desvantagens No Uso De Rochas Ornamentais**

De acordo com Mattos (2002), seguem as vantagens e desvantagens das rochas ornamentais.

Vantagens:

- Efeito estético, devido ao fato de ser um material de acabamento fino e ter diversas combinações de cores;
- Durabilidade, por ser um material proveniente de rochas e não sofrerem força de atrito durante sua vida útil;
- Resistência mecânica e física, devido às propriedades naturais da rocha;
- Flexibilidade de uso, uma vez que podem ser utilizadas em fachadas, pisos, escadas, bancadas, peças de decoração e dentre outros;
- Isolante contra a umidade, evita que a umidade da chuva seja absorvida para o ambiente interno.

Desvantagens:

- Alto custo de instalação, por ser um material nobre e pesado o seu custo é mais elevado que os demais revestimentos;
- Não é um bom isolante térmico em ambientes que não são aquecidos pelo calor térmico solar. As rochas deixam o ambiente mais fresco, por isso em locais frios, a tendência é que o ambiente interno esfrie ainda mais;
- Mão de obra especializada, para que não haja perda de material e problemas recorrentes como deslocamentos;
- Devido ao peso, o uso em paredes de *Drywall* não é recomendado.

## 2.2 Ecogranito

O Ecogranito é um revestimento de patente importada, com aparência real do granito. O mesmo é uma massa à base de resina acrílica, aplicável diretamente na superfície, resistente ao intemperismo e aderente em madeira, metal, vidro, isopor, reboco, plástico, podendo ser aplicado em superfícies ovais e disformes. Quando aplicado em ambientes externos, é passível de leve desbotamento em função da natureza dos pigmentos utilizados. (ECOGRANITO, 2019)

A patente do produto foi trazida ao Brasil em 2009 pelos investidores da Las Casas Empreendimentos e Hsieh Empire Participações, em Belo Horizonte - MG. Estas duas empresas foram as responsáveis por trazer para o Brasil a tecnologia japonesa criada pelo Sr. Hiromichi Kano. (ECOGRANITO, 2019)

A tecnologia japonesa foi devidamente testada sob as condições de aplicação para o contexto brasileiro. Essa solução construtiva de aderência mecânica não exige o corte de rochas e utiliza em sua composição, resíduos gerados durante o processo de extração de pedras de granito e mármore. (ECOGRANITO, 2019)

O Ecogranito possui fácil junção sobre superfícies variadas, de diversos formatos e tamanhos, devido à grande proporção de resina aderente em sua composição. (ECOGRANITO, 2019)

### 2.2.1 Dolomitas

A dolomita mineral é encontrada no calcário. No Brasil, as jazidas de dolomita estão no estado de Minas Gerais. O principal uso da dolomita é na fabricação de cimento e aterro, devido ao seu baixo custo. (GAIO, 2014)

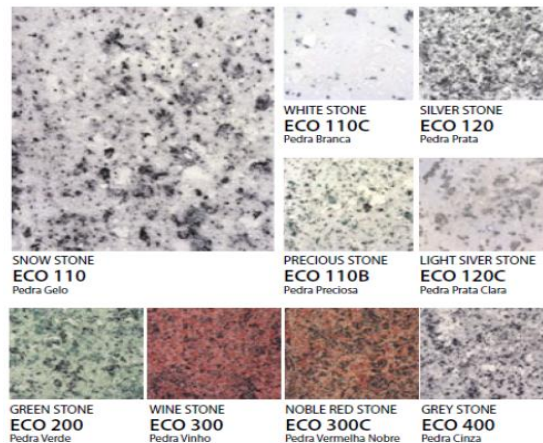
As dolomitas são partes intermediárias da produção do Ecogranito, essas que dão a pigmentação ao produto. Exemplos de pigmentação na Figura 1.

Para competir e se assemelhar à pedras naturais, o Ecogranito deve apresentar variedade de cores, logo é necessário o processo de tingimento.

O tingimento inicia-se com a pesagem das dolomitas (mineral de carbonato de cálcio e magnésio), e pigmentos em pó. O solvente utilizado é um aromático C9, sendo então levados à betoneira. Após secagem, uma amostra é retirada e comparada a um padrão, considerando-se coloração e desprendimento da pigmentação. Caso necessário, são feitos reajustes de propriedades (ECOGRANITO, 2019).

Realiza-se a pesagem das dolomitas já tingidas em barricas de 50 kg e o produto é encaminhado ao depósito, de onde se retira essa matéria prima para o processo. Para cada 100 kg do mineral e dos pigmentos utilizados por batelada, há uma perda de cerca de 5% em produto final, ou seja, são produzidas cerca de 95 kg de dolomita tingida (ECOGRANITO, 2019).

Figura 1 - Catálogo de Cores Ecogranito



Fonte: Ecogranito (2019)

### 2.2.2 Flocos

Assim como as dolomitas, os flocos imprimem coloração ao Ecogranito, além de textura.

O processo se inicia com a pesagem das matérias primas (resinas, espessantes, bactericidas, fungicidas, água, etc.) e as mesmas são levadas ao misturador vertical. Assim como no processo de obtenção do subproduto dolomita tingida, antes de utilizar os flocos produzidos no misturador e mantidos em bombonas temporariamente, retira-se uma amostra para verificação das propriedades e, se necessário, são tomadas providências para reajuste das mesmas (ECOGRANITO, 2019).

Após envase nas bombonas, o produto ainda líquido é encaminhado ao processo de beneficiamento. O ajuste fino é feito aplicando-se o subproduto em uma superfície e, após secagem e cura, encaminha-se para o craqueamento (formação de flocos), de onde uma nova amostra é retirada para avaliação final. O produto seco é então encaminhado ao estoque deste intermediário (ECOGRANITO, 2019).

### 2.2.3 Produção do Ecogranito

Inicia-se o processo de produção do Ecogranito com a pesagem das matérias-primas (dolomitas tingidas, flocos, resinas, fungicidas, bactericidas e etc.) e estas, juntamente com o solvente, são levadas ao misturador horizontal, ilustrado na Figura 2, onde a mistura é mais branda, para evitar que os flocos sejam quebrados em tamanhos muito pequenos.

Figura 2 – Misturador Horizontal



Fonte: Ecogranito (2019)

Antes de ir para o envase nas barricas de 20 kg, retira-se uma amostra para verificação das propriedades e, então, o produto é encaminhado ao estoque final. Após cada batelada de produção, o misturador entre outros utensílios de produção é lavado e sanitizado para manutenção e controle microbiológico. Toda a água de lavagem é encaminhada a um tanque chamado equalizador.

Para cada 700 kg de matérias-primas utilizadas por batelada no misturador vertical, há uma perda de cerca de 1%, ou seja, são produzidas cerca de 686 kg de subproduto não beneficiado. Dessa maneira, obtém-se 34 barricas de 20 kg (ECOGRANITO, 2019).

Os impactos ambientais gerados a partir da produção do Ecogranito são devidos à liberação de resíduos e efluentes provenientes do seu processo de produção. Assim sendo, a indústria mantém um sistema de gerenciamento de resíduos e efluentes que pode atuar de diversas formas, desde a recirculação e reaproveitamento de determinado efluente por meio da melhoria do processo ao encaminhamento para serviços terceirizados dos resíduos sólidos (ECOGRANITO, 2019).

A seguir são apresentados os resíduos e efluentes gerados no processo de fabricação do Ecogranito, assim como a descrição do seu impacto ambiental, legislação aplicável e sistemas de tratamento e/ou reutilização empregados.

Os pontos de geração de efluentes líquidos e resíduos nos equipamentos utilizados na produção podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4- Geração de Efluentes nos equipamentos utilizados na produção

Quantidade	Equipamento	Finalidade	Resíduo Sólido	Ruído	Emissão Atmosférica	Efluente Líquido
1	Misturador horizontal (capacidade de 1,5 toneladas de produto)	Produção de Revestimento (produto final)	x	x	x	x
1	Misturador vertical (capacidade de 700 kg)	Produção de fundo preparador (produto final) e flocos (produto intermediário)	x	x	x	x
1	Balança de 300 kg	Pesagem de matérias primas e produtos				
1	Balança de 50 kg	Pesagem de matérias primas e produtos				
1	Balança de 25 Kg	Pesagem de matérias primas e produtos				
1	Compressor	Dispersão de subproduto no beneficiamento para injeção de ar no tratamento de água		x		
1	Carrinho de transporte	Transporte para deslocamento de matérias-primas	x	x		
1	Betoneira	Tingimento de Dolomitas	x	x	x	x
1	Misturador manual	Mistura do produto	x	x	x	x

Fonte: Ecogranito (2019)

O efluente líquido gerado no processo de higienização de equipamentos e utensílios após tratamento físico dá origem a um resíduo pastoso, um lodo que será



gerado no leito de secagem e armazenado em depósito para posterior destinação (tratamento terceirizado).

Os efluentes atmosféricos devem ser monitorados e tampados para os misturadores com o intuito de diminuição da poeira fina que se dispersa no ar são providenciadas.

As medidas de controle da poeira gerada visam a prevenção da exposição do trabalhador. Para evitar que os intermediários e os produtos sejam inalados e entrem em contato com os olhos, mucoso e pele, utilizam-se equipamentos de proteção individual e o produto é manuseado em local seco e arejado. As tampas para os misturadores amenizam o contato poeira-trabalhador, além de diminuir a dispersão da mesma na atmosfera. (ECOGRANITO, 2019)

É importante manter a higienização pessoal e do local de trabalho e evitando condições inadequadas, como locais úmidos, descobertos e sem ventilação como pré-requisitos para precauções pessoais e ambientais.

O encaminhamento tanto dos resíduos perigosos, não perigosos e inclusive dos recicláveis, é feito de maneira adequada, como já mencionado anteriormente.

Considerando que a finalização destes resíduos não seja totalmente eficiente, ou seja, haja possibilidade de vazamento, desvios ou acidentes de percurso, é importante avaliar os impactos ambientais decorrentes de tais fatos.

No caso dos resíduos não recicláveis, o descarte inadequado poderia gerar proliferação de insetos e animais indesejáveis, mau cheiro e perigo de doenças respiratórias na população local, devido à geração de poeira fina. Já o acúmulo dos materiais recicláveis poderia gerar, de uma maneira geral, poluição visual, prejudicando a interação homem-natureza. Além disso, a difícil decomposição destes pode levar ao desequilíbrio do ecossistema. (SOUZA; OLIVEIRA, 2016)

#### **2.2.4 Aplicação do Ecogranito**

O procedimento de aplicação se dá na seguinte sequência:

A superfície a ser aplicada deve estar seca, nivelada, isenta de poeira, gorduras e mofos. Caso não seja atendida uma dessas condições citadas (analisando a aplicação em campo, constatou-se que essas precauções nem sempre são tomadas), deve-se proceder da seguinte forma para cada situação a seguir:

- Manchas de gordura ou graxa: lavar com solução de água e detergente neutro, enxaguar e aguardar secagem;
- Partes mofadas: lavar com solução de água sanitária, esperar 6 horas, enxaguar bem e aguardar secagem;
- Blocos de cimento: nivelar os espaços formados pelas juntas;
- Reboco: aguardar tempo de cura caso o reboco seja novo. Traço sugerido: 3:1 (areia média: cimento);
- Áreas externas: aplicar previamente argamassa específica (CIII);
- Em todas as superfícies secas e curadas é essencial a limpeza para retirada da poeira, para que esta não influencie negativamente na aderência dos produtos que serão aplicados (ECOGRANITO, 2019).

Após tratamento da superfície e verificação das boas condições da mesma para aplicação do Ecogranito, aplicar o Ecoprimer (selador) antes da aplicação do revestimento Ecogranito, conforme descrito a seguir.

- O produto é entregue pronto para uso, apenas misturar bem antes de usar.
- Devem ser aplicadas no mínimo duas demãos fartas (até cobertura total da superfície). Uma vez que se trata de um selador em forma líquida deve ser aplicado com rolo ou trincha, com intervalo de 6 horas entre demãos. - O Rendimento depende da regularização, rugosidade e porosidade da superfície com uma média de 30 m<sup>2</sup> por barrica de 20 kg para 2 demãos.
- A limpeza deve ser realizada durante todo procedimento de aplicação, limpar acessórios com água e sabão neutro.
- A Secagem depende das condições climáticas, como no mínimo 6 horas entre demãos e 24 horas para secagem final (uma vez que essa execução é realizada por empreiteiros, na grande maioria, esses prazos tendem a não serem respeitados em situações de campo).

Para aplicação em materiais metálicos, deve-se aplicar antiferrugem (*Hammerite*) antes do *Ecoprimer* de modo a cobrir toda superfície metálica para evitar ferrugem.

Após secagem completa da última demão do *Ecoprimer*, são utilizadas fitas espumadas para definir os quadrantes, ou seja, para desenhar os tamanhos das pedras.

Os tamanhos dos quadrantes dependem do projeto predefinido pelo arquiteto ou fica a critério do próprio cliente.

Devem-se medir os quadros previamente com auxílio de linhas ou lápis e colocar/prender as fitas em cima das linhas predefinidas e medidas. A paginação dos quadrantes é importante para a aplicação homogênea do lote, um mesmo quadrante não pode receber produtos de lotes diferentes, uma vez que pode existir diferença de coloração e ficará aparente a pedra.

No momento da aplicação o produto deve ser criteriosamente misturado, para garantir homogeneidade do material. A aplicação deve ser da espessura de aproximadamente 2 mm de Ecogranito sobre o Ecoprimer seco. Uma vez que se trata de um material pastoso, deve-se utilizar uma desempenadeira inoxidável para aplicação. Depositar o material na superfície e alisar até dar acabamento final no material.

Espessuras superiores a 2 mm podem resultar no aparecimento de fissuras e escorrimo do produto. Após a aplicação do Ecogranito, porém antes de sua secagem, retiram-se as fitas previamente colocadas e alisam-se as bordas do Ecogranito aplicado com espátula ou com a própria desempenadeira. Os locais em que a fita foi retirada ficam com o Ecoprimer à mostra, dando aspecto/simulação de rejunte. (ECOGRANITO, 2019)

### **3 METODOLOGIA**

A abordagem metodológica da pesquisa compõe-se de um estudo bibliográfico sobre o tema com a realização de fichamentos a partir de leitura de livros, pesquisas em sites confiáveis da internet e estudo de caso. Também foi realizada uma pesquisa de campo na empresa Ecogranito, situada em Contagem - MG, onde buscou-se obras no qual utilizam o material, na região e também o próprio granito.

A pesquisa teve por objetivo coletar dados para a análise dos recortes propostos a serem estudados.

#### **3.1 Delineamento Da Pesquisa**

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa aplicada, visto que aborda um revestimento inteligente, ainda pouco conhecido no mercado da construção civil. Tal pesquisa tem por objetivo estabelecer conhecimentos para determinadas práticas, voltados à solucionar problemas. De acordo com Silva (2004), a pesquisa aplicada tem como objetivo proporcionar conhecimentos para aplicação da prática e solucionar problemas específicos.

O trabalho foi desenvolvido de forma qualitativa, a qual se preocupa com a exposição de dados e fatos, sem medir ou utilizar elementos estatísticos para análise dos dados. Ainda conforme Silva (2004), nesse tipo de pesquisa cada análise tem sua particularidade e permite que sejam tomadas as decisões específicas em relação às suas respectivas prevenções. Dito isso, foi abordada a realidade de execução dos métodos de revestimento de fachadas, tanto como granito quanto com o Ecogranito.

O delineamento objetivo trata-se de uma pesquisa exploratória, ou seja, visa ampliar o conhecimento de um determinado fenômeno. Essas pesquisas podem ser classificadas como: pesquisa bibliográfica e estudo de caso (GIL, 2002). O estudo de caso será apresentado com objetivo de melhor exemplificar o exposto aqui, trazendo uma comparação técnica dos revestimentos com base em uma revisão bibliográfica. Em seguida, foi feita a análise das vantagens e desvantagens, levando-se em consideração os aspectos de viabilidade e sustentabilidade.

### **3.2 Plano De Coleta E Interpretação De Dados**

O método de elaboração da pesquisa consistiu na análise qualitativa do produto e também no comparativo entre a utilização do Ecogranito e as rochas ornamentais, utilizados no mercado atual. Em complementação à pesquisa, foi realizado um estudo de caso por meio de visitas a obras onde houve aplicação e instalação dos materiais.

Inicialmente aconteceu a visita à fábrica de Ecogranito para conhecer o modo de aplicação do produto. Diante disso, foi feita uma revisão bibliográfica sobre rochas ornamentais e Ecogranito visando a viabilidade, sustentabilidade e suas aplicações.

Prosseguiu-se, então, o contato com a empresa Ecogranito para solicitar uma obra com a utilização do revestimento na região de João Monlevade- MG. Logo, um contato, com mesmo objetivo foi realizado em uma marmoraria no município de João Monlevade.

Após contato com as empresas, ocorreu o agendamento para visitas em obras com aplicação e instalação dos revestimentos, visando entender melhor sobre suas formas de aplicação em modo real e prático, para que fosse possível fazer o comparativo de aplicação entre os dois revestimentos.

Com as visitas já realizadas, orçou-se os valores por m<sup>2</sup> e mão de obra utilizada para aplicação do Ecogranito e instalação de rochas ornamentais (granito). Daí, iniciou-se a análise de vantagens e desvantagens quanto aos valores.

Pelas informações acima, realizou-se uma discussão do processo de revestimento para identificar possíveis meios de melhoria do desempenho ou falhas ocorrentes. Diante das pesquisas bibliográficas, visitas técnicas e contato direto com o granito e o Ecogranito houve a conclusão do estudo, conhecendo-se qual produto é mais vantajoso.

### **3.3 O Método Do Estudo De Caso**

Realizou-se um estudo de caso em uma construção localizada na Rua Caetés, nº40, Bairro Iguaçu, no município de Ipatinga em Minas Gerais, com objetivo de avaliar o método de aplicação do sintético Ecogranito. A visita foi realizada durante o mês de novembro. A aplicação foi feita na fachada lateral do edifício.

Visando os objetivos do estudo, foi feita uma visita à Empresa Ecogranito, no município de Contagem para conhecer sobre o revestimento e seu método correto de aplicação. Ocorreu uma visita a marmoraria no município de João Monlevade, para conhecer sobre o método correto de instalação do granito em fachadas de obras. Diante disso, realizou-se uma visita à obra para registro fotográfico antes da aplicação do revestimento.

Ao finalizar essas etapas, iniciou-se a comparação entre os dois revestimentos, tanto quanto, no teor da sustentabilidade, como no método de aplicação/instalação e custo final de cada material.

## 4 ESTUDO DE CASO

### 4.1 Granito

Devido à crescente evolução no mercado desde o granito até o produto sintético em obras no ano de 2019, não foi encontrado pelas autoras obras com a instalação do granito na cidade de João Monlevade.

Para fazer o comparativo técnico de instalação do granito, foi utilizada bibliografia de 2016, dos autores Paulo Souza e Saulo Oliveira.

#### 4.1.1 Estudo De Caso Instalação Do Granito

A obra visitada foi um empreendimento da PHV Engenharia situado à Rua Araguari, nº 1750, Santo Agostinho, Belo Horizonte – MG. Os registros apresentados foram fornecidos pela construtora e, durante a sua execução, foi possível acompanhar a operação do processo (SOUZA; OLIVEIRA, 2016). Na obra foi especificado granito aerado aos pilares da fachada e primeiros três pavimentos. A execução desse material demanda a “paginação” prévia das peças. Vale citar que a obra deve contar com mão-de-obra qualificada para tal paginação, uma vez que não se pode solicitar a compra das pedras em função somente do projeto (os processos produtivos causam alterações em comparação ao projeto), assim, deve-se medir a obra fisicamente e calcular/paginar as pedras, conforme figura 3.

Figura 3- Pedras Paginadas



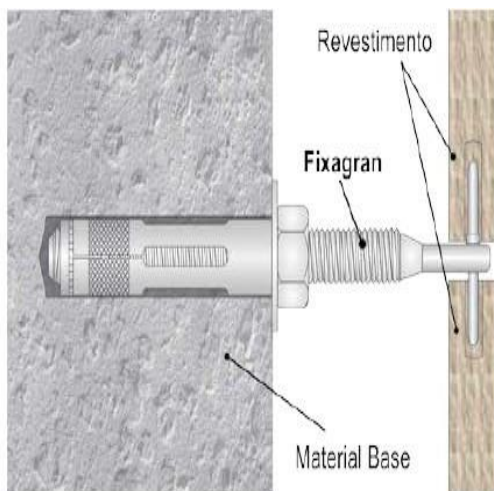
Fonte: SOUZA; OLIVEIRA (2016)

Os *inserts* metálicos são peças de aço projetadas para fixação de revestimentos de fachadas. Os *inserts* são ancorados na estrutura do edifício e engastados nas placas do revestimento. Além de suportarem o peso próprio do revestimento, cumprem também a função de absorverem as tensões provenientes da dilatação térmica linear entre a estrutura e o revestimento. (NASSIF, 2015)

Para reduzir equívocos é preciso aguardar o término da alvenaria, do reboco e só então medir os vãos para solicitar as pedras. As minas devem, então, fazer os recortes e encaminhar o pedido. Todo o processo até a chegada do material é lento e burocrático. (SOUZA; OLIVEIRA, 2016)

As instalações se iniciam quando da entrega do material e também demandam mão-de-obra especializada. Para o granito aerado é preciso o uso de *inserts* (vide figura 4 e 5). (SOUZA; OLIVEIRA, 2016)

Figura 4 - Esquema de Montagem



Fonte: Fixagran (2019)

Figura 5: *Insert* de Fixação



Fonte: Nassif (2015)

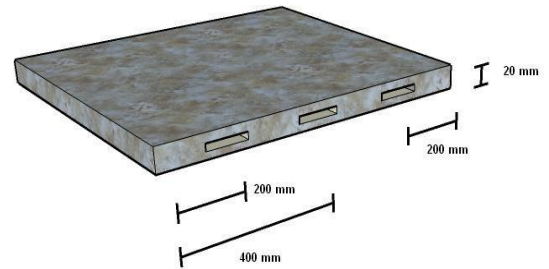
A pedra que será instalada deve receber cortes onde são encaixadas as ancoragens. Todo processo deve ser previamente pensado e planejado para que não ocorram erros de compatibilização. Conforme figuras 6 e 7 onde inserts estão fixados de acordo com a posição das pedras. (SOUZA; OLIVEIRA, 2016)



Figura 6: *Inserts* Instalados

Fonte: NASSIF (2015)

Figura 7: Cortes Para Fixação



Fonte: Fixagran (2019)

Para se fixar as grandes placas de granito - caso desse projeto - é necessário um içamento e mais funcionários, além dos instaladores, para conduzir as placas aos andaimes e fazer o posicionamento das mesmas, uma vez que se trata de material pesado. Todo esse processo é lento, oneroso e demanda grande organização da obra. (SOUZA; OLIVEIRA, 2016)

As figuras 8 e 9 demonstram os pilares antes e depois do revestimento em granito aerado, respectivamente.

Figura 8: Pilares Sem Revestimento



Fonte: SOUZA; OLIVEIRA (2016)

Figura 9: Pilares Revestidos



Fonte: SOUZA; OLIVEIRA (2016)

## 4.2 Ecogranito

Inicialmente, as autoras fizeram uma visita à fábrica da Ecogranito com objetivo de conhecer melhor sobre a história do produto, bem como suas instruções para aplicação do produto. Daí, foi realizado um treinamento para a aplicação do produto.

Figura 10 – Treinamento de Aplicação do Ecogranito



Fonte: As autoras (2019)

### 4.2.1 Visita Técnica a Fábrica da Ecogranito

A visita técnica foi realizada no início de agosto deste ano pelas autoras. A princípio foi feita a apresentação da empresa e do produto. A mesma teve início em 2009 com seu produto sintético, tendo aparência similar à rocha ornamental granito. Foi passado que em 2023 a empresa pretende entrar no mercado com o mármore sintético, com o nome Ecomármore. A aplicação, por enquanto, do Ecogranito é somente horizontal, ocorrendo um estudo para futura aplicação horizontal.

A intenção da empresa é criar materiais sustentáveis que diminuam a degradação do meio ambiente. Isto porque os restos da extração do granito e, futuramente, também do mármore.

Para finalizar a visita foi feito um treinamento, ensinando o método correto de aplicação do produto Ecogranito.

#### 4.2.2 Estudo De Caso Do Ecogranito

A obra com aplicação do Ecogranito, foi realizada pela empresa Linha Verde que presta serviço de aplicação de Ecogranito há 9 anos. A visita foi realizada no dia 05 de novembro de 2019, podendo acompanhar o *Primmer*, paginação e a aplicação do produto, ou seja, tendo todos os processos.

Inicialmente, a empresa Linha Verde, solicitou que foram realizadas reparações na parede onde seria aplicado o produto (figura 11). Após reparações com massa corrida, foi feita a aplicação do *Primmer* no dia 28 de novembro de 2019, conforme mostra figura 12.

Figura 11 – Preparação da Superfície



Fonte: Arquivo Linha Verde (2019)

Figura 12 – Aplicação do *Primmer*



Fonte: Arquivo Linha Verde (2019)

Após aplicação do *Primmer* começou a paginação, para melhor semelhança com a pedra do granito, utilizando fita dupla face espumada com 2 mm de espessura e 5 mm de largura, conforme especificado pelo fabricante, podendo ser observada na



figura 13. Iniciou-se, então, a aplicação do Ecogranito, com a desempenadeira de aço inox, seguindo um padrão de aplicação, conforme pode ser visto nas figuras que se seguem.

Figura 13 – Destaque da Paginação



Fonte: As Autoras (2019)

Figura 14 – Aplicação do Ecogranito



Fonte: As Autoras (2019)

Figura 15 – Aplicação do Ecogranito



Fonte: As Autoras (2019)

Figura 16 – Ecogranito Finalizado



Fonte: As Autoras (2019)

### 4.3 Comparação de Custos e Produtividade

De acordo com os estudos realizados, por meio de bibliografia e visita técnica, observou-se os pontos de maior relevância como: o custo e a produtividade por metro quadrado, impactos ambientais, resistência, qualificação da mão de obra, e impressões estéticas.

Seguem abaixo os valores praticados na instalação do granito e na aplicação do Ecogranito.

A Tabela 5 apresenta a planilha de custos do granito aerado, aquele em que são utilizados *inserts* metálicos, com valores praticados no mercado atual. É possível observar que os valores estão em um custo total por m<sup>2</sup>, sendo assim facilitando os cálculos futuros para grandes áreas.

Apesar da obra aqui mencionada, com instalação do granito, ter sido executada no ano de 2016, foram pesquisados valores do ano atual, para se ter um melhor comparativo financeiro em relação à instalação.

**Tabela 5 – Planilha de Custos do Granito Aerado**

PLANILHA DE CUSTOS GRANITO AERADO				Produtividade	
Custo para execução por m <sup>2</sup>				m <sup>2</sup> /hora	m <sup>2</sup> /dia
Material	Valor	Mão de Obra	Valor		
Inserts Metálicos	R\$45,00	Pedreiro de Assentamento	R\$41,66	1,50	12,00
Granito	R\$130,00	Ajudante	R\$16,66		
Concreto para os inserts	R\$10,40				
<b>CUSTO TOTAL POR M<sup>2</sup></b>					<b>R\$243,72</b>

Fonte: As Autoras (2019)

As informações sobre custos, apresentadas na tabela 6, foram fornecidas pela empresa Linha Verde, como já foi dito. Esta é a única empresa habilitada e com portfólio para aplicação do Ecogranito com qualidade no Vale do Aço e Médio Piracicaba. Vale lembrar que a empresa trabalha por m<sup>2</sup> de execução. O valor fornecido inclui material e mão-de-obra qualificada, tendo em seu quadro o melhor aplicador, por cinco anos consecutivos, o garantindo a qualidade e excelência do produto final.

Tabela 6 – Planilha de Custo do Ecogranito

Custo para execução por m <sup>2</sup>				Produtividade	
Material	Valor	Mão de Obra	Valor	m <sup>2</sup> /hora	m <sup>2</sup> /dia
Barrica de Primmer		Aplicador		7,60	60,80
Fita Dupla Face Espumada					
Desempenadeira de Aço Inox					
Barrica do Ecogranito					
<b>CUSTO TOTAL POR M<sup>2</sup></b>					<b>R\$120,00</b>

Fonte: As Autoras (2019)

Da análise do custo, é notável a maior viabilidade do Ecogranito. O preço global (mão de obra e material) do granito é maior 203,10% do que o preço do Ecogranito. A composição dos custos levou em conta preços praticados no mercado e coletados no estudo de caso.

Os resultados relativos à produtividade apontam superioridade do Ecogranito, uma vez que se trata de um produto pastoso e de fácil manejo, propiciando ao aplicador flexibilidade e mobilidade. A aplicação do Ecogranito pode ser feita individualmente por um profissional com experiência em pinturas que faça o curso no fabricante. Já o granito se trata de grandes peças, pesadas e de pouca mobilidade, sendo necessário o planejamento prévio para seu estoque, locação e auxílio de outros funcionários (além do instalador) para assentamento das pedras. A produtividade do Ecogranito é superior em 506,66%, fato que reduz o prazo de execução da tarefa, diminuindo custos indiretos, tais como locação de andaimes fachadeiro ou *balancim* alocado para a execução da tarefa.

#### 4.4 Comparação do Impacto Ambiental

A poluição/degradação tem início na mina e chega até as marmorarias, onde a pedra é tratada e beneficiada. Esses impactos ambientais são consequências de anos de exploração. No primeiro momento tem-se o desmatamento, a poluição visual, destruição da fauna, poluição atmosférica (poeira das explosões das minas e cortes das marmorarias) e poluição de mananciais e rios (pela lama abrasiva).

As ações de mineradoras comprometem a subsistência do ecossistema onde é explorada, sendo preciso práticas de medidas de controle do meio ambiente, tornando-se necessário que as atividades sejam desenvolvidas de forma racional.

O processo de fabricação do Ecogranito é regulamentado e conta com certificação ecológica, além de reciclar o resíduo que vem da extração do granito, diminuindo os resíduos da mineração, que poluem áreas de extração. A empresa Ecogranito se preocupa com todo o processo para que ele seja o mais sustentável possível, por isso, a preocupação com o meio ambiente se estende para os serviços na própria fábrica, onde os resíduos são descartados de maneira correta. A água utilizada no processo de fabricação é tratada antes de voltar para os reservatórios e tudo isso garante o processo sustentável da empresa e do produto.

#### 4.5 Comparação Estética e de Mercado

O intuito do Ecogranito é justamente a imitação da aparência do granito e, a curta distância, é possível reconhecer qual o produto aplicado, conforme figura 17, mas quando nos afastamos torna-se impossível identificar qual dos dois foi utilizado. Veja a figura 18.

Figura 17 – Granito e Ecogranito



Fonte: Ecogranito (2019)

Figura 18 – Aparência do Ecogranito à Distância.



Fonte: As Autoras (2019)

O granito é um produto finito e insustentável, mas é abundante no Brasil e disponível no mercado, vendido em larga escala pelos mais variados preços e fornecedores, de forma que democratiza a venda do mesmo.

O Ecogranito é um produto recente, sendo que um único fabricante no país detém a patente do mesmo, fato que caracteriza monopólio. O detentor da patente controla o preço do produto e a disponibilidade do mesmo no mercado, dessa forma os consumidores se tornam “reféns” do fabricante.

#### **4.6 Construções Sustentáveis**

Construir pensando no meio ambiente é acreditar que possa existir um futuro melhor para as novas gerações. Como na construção civil o impacto ambiental é enorme, ter nesse setor alternativas que possam diminuir os prejuízos ambientais é de grande valia para o mundo.

O Ecogranito vem para suprir a necessidade de materiais sustentáveis com estilo e sofisticação, sendo um material com diversas possibilidades de uso.

Dessa forma, a sustentabilidade no contexto da construção civil, é capaz de trazer mais qualidade para empreendimento de forma geral; auxiliar na segurança e satisfação dos colaboradores; gerar economia financeira – uma vez que reduz a geração de resíduos e, com isso, reduzir os custos de transporte e destinação adequada dos mesmos; contribuir para que menos impactos ambientais sejam gerados em decorrência das obras (ECOGRANITO, 2018).



## 5 Conclusão

Diante dos resultados apresentados, é possível indicar a viabilidade da utilização do Ecogranito em situações onde são procurados produtos com aparência similar do granito, entretanto com custo inferior e produtividade muito maior. Logo, o Ecogranito é um produto que se propõe reduzir os impactos ambientais, como já citado.

O ponto negativo do Ecogranito é que a empresa possui a patente do produto, o que inviabiliza a concorrência. O fato de o Ecogranito ser um material com apenas 10 anos no mercado, causa dificuldade em avaliar com mais precisão sua durabilidade.

Devido à sua alta produtividade e fácil maleabilidade, são reduzidos os custos com equipamentos para aplicação (andaimas e balancim), redução do efetivo direto (mão de obra) e indireto uma vez que encurta o prazo da obra.

Após realizar o treinamento para aplicação do Ecogranito, tem-se uma análise mais crítica quanto aos procedimentos realizados em obra visitada. Sendo que não adianta apenas fazer o curso, pois a prática e experiência são de fundamental importância para a qualidade final do produto.

Foi possível compreender por meio dos estudos que as pendências quanto a imperícia da mão de obra disponível, o monopólio do fabricante e a incerteza quanto à durabilidade são reflexos do pouco tempo de mercado do Ecogranito. Esses apontamentos tendem a ser reduzidos, conforme aumente a mão de obra disponível (beneficiando os mais qualificados) e outros fabricantes passem a fornecer o produto (reduzindo o preço de mercado).

A constatação é de que em meio ao engajamento mundial pela redução do consumo dos recursos naturais e redução da produção de poluentes, o Ecogranito seja um produto viável para substituir as convencionais pedras ornamentais em revestimentos de fachadas. Isto porque se toma como parâmetro a superioridade de custo, produtividade, sustentabilidade e impacto ambiental além da praticidade em aplicação e deixando em aberto sua comprovação de durabilidade.

A averiguação sobre a resistência do Ecogranito fica como sugestão para estudos futuros, tais que devem ser realizados com o passar dos anos a fim de analisar, por meio de experimentos concretos e observação.

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15012 – Rochas para revestimentos em edificações – Terminologia. Rio de Janeiro, 2013.

CORRÊA, Lásaro Roberto, Sustentabilidade na Construção Civil. 2009. 70f. Monografia de Graduação. Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2009

ECOGRANITO; Informações técnicas. Disponível em> <https://Ecogranito.com.br/informacoes-tecnicas/>>. Acesso em: 25 de abril de 2019.

ECOGRANITO; Do Japão para o Brasil, tecnologia Ecogranito em crescente evolução. Disponível em> <https://Ecogranito.com.br/informacoes-tecnicas/>>. Acesso em: 16 de junho de 2019.

FILHO, Cid. O Setor Brasileiro de Rochas Ornamentais. ABIROCHAS. Brasília, Julho/2018

FIXAGRAN; Ancoragem de fachadas. Disponível em> <http://ancora.com.br/site/portfolios/fixagran/>>. Acesso em 02 de novembro de 2019.

GAIO, L. *Preparação, caracterização e uso de dolomita mineral como catalizador heterogêneo na produção de biodiesel via reação de transesterificação de óleo de fritura*. 2014. 72f. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2014.

GIL, A. Como elaborar projetos de pesquisa. 4º ed. São Paulo. Editora Atlas. 2002

IAMAGUTI, A. *Manual de rochas ornamentais para arquitetos*. 2001. 245f. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2001.

LIMA, A. et al. Tecnologia de Rochas Ornamentais: Pesquisa, Lavra e Beneficiamento. 1 ed. Rio de Janeiro: Editores Vidal, F; Castro, N; Azevedo, H, 2014.

MATTOS, I. Uso, adequação e aplicação de rochas ornamentais na construção civil. Fortaleza, Ceará, 2002.

MENEZES, E; SILVA, E. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 2001. 121f. Dissertação de Pós-Graduação. Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2001.

NASSIF, Roberto – Execução de Fachada Aerada em Placas de Granito, fixadas por meio de Inserts Metálicos. 2015. 71f. Universidade Federal de Minas Gerais/ Escola de Engenharia, Belo Horizonte, 2016; Disponível em<<https://docplayer.com.br/62282922-Execucao-de-fachada-aerada-em-placas-de-granito-fixadas-por-meio-de-inserts-metalicos.html>>. Acesso em: 29 de abril de 2019

REIS, R, SOUZA, W. *Métodos de lavra de rochas ornamentais*. Rem – International Engineering Journal, Ouro Preto, v. I, 2003.

SOUZA, P; OLIVEIRA, S. *Comparativo técnico de viabilidade entre a utilização de mármore e granitos em fachadas e o produto sintético Ecogranito*. 2016. 22f. Monografia de Graduação. Centro Universitário de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 2016

SZLAK, B. et al. *Manual de Revestimentos de Argamassa*. Associação Brasileira de Cimento Portland. São Paulo, 2006.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – LOCALIZAÇÃO DA OBRA COM REVESTIMENTO EM ECOGRANITO



FONTE: GOOGLE MAPS

## APÊNDICE B – LOCALIZAÇÃO DA OBRA COM REVESTIMENTO EM GRANITO



**FONTE: GOOGLE MAPS**