

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Escola de Engenharia**  
**Curso de Especialização: Produção e Gestão do**  
**Ambiente Construído**

**Lucas Lima Correia de Souza**

**ESCOLHA DA FACHADA DE UM EDIFÍCIO EM BELO**  
**HORIZONTE: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O**  
**ECOGRANITO E O PORCELANATO AERADO**

**Belo Horizonte,**  
**2019**

**LUCAS LIMA CORREIA DE SOUZA**

**ESCOLHA DA FACHADA DE UM EDIFÍCIO EM BELO  
HORIZONTE: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O  
ECOGRANITO E O PORCELANATO AERADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

**Orientador(a):** White José dos Santos

**Belo Horizonte,  
2019**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer, primeiramente, a Deus por minha vida, família e amigos.

Agradeço a ArcelorMittal pela oportunidade de estudo e capacitação.

À UFMG pela qualidade de ensino.

Aos professores Paula Bamberg e White José dos Santos, pela orientação.

A todos os professores que nos deram aula nesse curso de especialização.

A minha esposa e filha pelo amor, carinho e compreensão.

Aos meus pais e meu irmão pelo incentivo e ajuda em todos os momentos.

Aos meus colegas de turma pelo companheirismo, amizade, troca de informações e experiências.

## RESUMO

O presente estudo traz um comparativo entre sistemas de revestimento para fachadas. Buscou-se saber quais aspectos devem ser considerados na escolha do revestimento externo considerando as alternativas de ecogranito e o porcelanato aerado e qual se apresenta mais vantajoso na obra escolhida como estudo de caso. O objetivo foi compreender quais são os critérios para a escolha do tipo de revestimento a ser adotado na fachada, considerando o ecogranito e o porcelanato aerado, e qual apresenta maiores vantagens. A metodologia constou de revisão bibliográfica e estudo de caso de uma obra realizada em Belo Horizonte, Minas Gerais, em que foi realizado um orçamento para os sistemas de fachadas ventilada e em ecogranito fornecido pela empresa construtora responsável pela obra. Neste estudo de caso, o sistema de execução para a fachada ventilada em porcelanato mostrou custo mais alto que o da fachada em ecogranito. Esta última também mostrou-se mais vantajosa quanto a idealização estética do empreendimento. Concluiu-se que o custo e a estética foram os critérios determinantes para a escolha do revestimento da fachada do edifício Puerto Madero.

**Palavras-chave:** Fachada Ventilada; Porcelanato Aerado; Ecogranito.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Amostra de ecogranito já aplicado .....	18
Figura 2: Resultado do ecogranito em semelhança com o convencional .....	19
Figura 3: Preparo da superfície .....	22
Figura 4: Limpeza da base .....	23
Figura 5: Umidecimento da área .....	23
Figura 6: Marcação para aplicação do granito ecológico na parede .....	24
Figura 7: Mistura da massa de Ecogranito .....	25
Figura 8: Aplicação da massa de granito .....	25
Figura 9: Visão parcial do resultado com Ecogranito .....	26
Figura 10: Visão geral da fachada ventilada .....	27
Figura 11: Inserts metálicos .....	28
Figura 12: Sistema de fixação .....	29
Figura 13: Elementos de fixação expostos na superfície .....	30
Figura 14: Visão do projeto de fachada leste (rua)/Oeste (fundos) .....	35
Figura 15: Visão da vista lateral do projeto de fachada .....	35

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fachada Ecogranito/Alumínio .....	38
Quadro 2 – Valores da Fachada Ventilada – Porcelanato .....	39
Quadro 3 – Ecogranito X Porcelanato Aerado .....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limites do sistema oculto das fachadas ventiladas .....	28
Tabela 2 – Limites do sistema de fixação .....	28
Tabela 3 – Parâmetros para a fixação dos revestimentos .....	29
Tabela 4 – Parâmetros para a fixação do revestimento à subestrutura .....	30

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO 1 - PRINCIPAIS CONSIDERAÇÕES SOBRE FACHADAS -</b> .....	<b>10</b>
1.1 Edificações e Fachadas .....	10
1.2 Sistema de revestimentos de fachadas .....	11
1.2.1 Construções e o projeto de fachadas .....	12
<b>CAPÍTULO 2 - ECOGRANITO E PORCELANATO AERADO</b> .....	<b>17</b>
2.1 Revestimento com ecogranito .....	17
2.2 Revestimento com porcelanato aerado .....	20
2.3 Etapas executivas – Ecogranito .....	22
2.4 Execução da fachada ventilada .....	26
<b>CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA</b> .....	<b>32</b>
3.1 Relato da pesquisa .....	32
3.2 Metodologia de obtenção dos dados .....	33
<b>CAPÍTULO 4 - ESTUDO DE CASO: ECOGRANITO X PORCELANATO AERADO</b> .....	<b>34</b>
4.1 Resultados obtidos e análise dos dados .....	34
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>45</b>

## INTRODUÇÃO

A fachada é entendida como parte da construção que merece ser tratada com planejamento e cautela, especialmente no que diz respeito aos procedimentos executivos (CONSOLI, 2009). Nos últimos anos, os profissionais da Engenharia Civil, as empresas construtoras e profissionais de áreas afins passaram a demonstrar maior interesse no projeto de fachada, de forma a acompanhar uma tendência de racionalizar, como um todo, os serviços na construção. Importa-se mencionar a necessidade de se conhecer o detalhamento construtivo das fachadas para que as decisões sejam planejadas dentro dos critérios adequados, ao contrário de serem tomadas no canteiro de obras (SILVESTRE, 2009).

Diante disto, tem crescido o uso do sistema acabamento de ecogranito se refere a um tipo de revestimento decorativo, uma massa que se assemelha esteticamente a aparência do granito. São oferecidas funções de proteção e decoração em um único produto, que segundo Piazza (2015a), apresentam-se vantagens pela redução de custo e de tempo na obra. Diferentemente de pedras ou cerâmicas, o ecogranito (massa) pode ser aplicado em superfícies de diferentes formatos como redondas, disformes ou ovais sendo passível de emendas, retoques e consertos. Pode ainda, segundo Verlaak e Morris (2012), utilizar resinas à base de água que não agredem o meio ambiente ou ao profissional que o utiliza, além de também serem reciclados os resíduos dissipados ao meio ambiente por jazidas de exploração de mármore e granitos. As obras que contam com revestimento externo em ecogranito tem sido referenciado na literatura apresentando vantagens, dentre as quais está a fácil manutenção e a grande resistência do material, tornando mais difícil o aparecimento de fissuras (RODRIGUES, 2016). Não resumindo isso, Verlaak e Morris (2012) mencionam que a aplicação de ecogranito garante uma maior impermeabilização da fachada, pois não apresentam emendas perceptíveis, apesar de oferecer tal condição sob uma condição estética.

Tem-se também a alternativa do porcelanato aerado, que Leão (2011) descreve que se trata de uma fachada ventilada, sendo mais rápida que os métodos tradicionais devido à industrialização e modernização do sistema para áreas externas. É uma solução construtiva empregada há mais de 30 anos nos países do hemisfério norte, cuja realidade é de enfrentamento de invernos com temperaturas

extremas. O autor sintetiza que se fala, de modo mais acertado, em fachada aerada, que utiliza revestimento externo instalado em edifícios. Segundo Paravisi (2012), no uso de porcelanato aerado, a estrutura conta com um afastamento em relação ao edifício de aproximadamente de 12 cm, mas que pode apresentar variações em conformidade com o projeto.

Este estudo propõe uma abordagem acerca do sistema de fachadas, dando ênfase ao denominado Ecogranito para revestimentos externos quando comparado a alternativa do porcelanato aerado. As fachadas são o foco desta pesquisa, tal como um dos principais desafios a serem enfrentados na Construção Civil, seja nas edificações residenciais, comerciais, industriais ou públicas. Não se considera apenas a preocupação com o aspecto visual, mas a importante função deste em agregar segurança, durabilidade e proteção das edificações. Buscou-se levantar os cuidados necessários para a escolha mais vantajosa desta etapa, as dificuldades enfrentadas em relação ao revestimento a ser utilizado na fachada, e por ventura, as possíveis falhas durante a execução, além de se considerar também, os fatores do meio ambiente; temperatura, clima e umidade.

O objetivo geral desse artigo é compreender quais são os critérios para a escolha do tipo e revestimento a serem adotados na fachada externa, considerando o ecogranito e o porcelanato aerado, e qual apresenta maiores vantagens.

Os objetivos específicos foram assim estruturados:

- Estudar os conceitos básicos sobre as fachadas e as alternativas de revestimento externo do ecogranito e o porcelanato aerado;
- Levantar os principais aspectos relacionados à escolha do revestimento de fachada; as características, os cuidados necessários e os tipos de revestimentos;
- Analisar, por meio do estudo de caso, os critérios de escolha e qual apresenta vantagens e desvantagens de cada sistema.

# CAPÍTULO 1

## FACHADAS

### 1.1 Edificações e Fachadas

O termo fachada é utilizado amplamente na área da construção civil como sendo sistema de revestimento externo de edificações, e será assim denominado nesse estudo. Existem atualmente diversos tipos de sistema de fachada, que varia exatamente em função da técnica e produtos utilizados para o revestimento externo das edificações (CARDOSO, 2009).

Nakamura (2005) assinala que, historicamente, as alvenarias construtivas na sua essência, remontam seu uso desde a Idade Média. Inicialmente, eram utilizadas simultaneamente como vedações e como estrutura, e eram constituídas, as fachadas, na sua grande maioria, eram feitas com uso de tijolos de origem cerâmica assentados e revestidos com argamassa proveniente da mistura de cal e areia. O mesmo autor explica que com a invenção do cimento Portland as argamassas sofreram uma evolução, especialmente em função da adição desse produto, onde foi possível obter a resistência e a aderência às bases onde eram aplicadas.

Segundo explica Gripp (2008), a invenção do concreto armado, trouxe uma mudança significativa para o sistema de construção e as alvenarias deixaram de exercer sua função estrutural, sendo utilizadas somente como elementos de vedação. Daí começaram a surgir os problemas de fachadas, tais como fissuração e destacamento das argamassas.

Em termos gerais, é difícil encontrar uma definição do conceito “fachada” nas normas e legislações edilícias. A arquitetura, como ressalta Consoli (2009) define fachada como as faces de um imóvel, sendo que são citadas as variações de fachadas: frontal, laterais, internas e de fundos, as fachadas laterais podem ser denominadas empenas.

Vale explicar que a fachada frontal é a face voltada para rua; a de fundos é a face da edificação voltada para os fundos do terreno. Nas edificações a engenharia considera que tudo que estiver na estrutura, vidros, pérgulas, portas, janelas e esquadrias, até a linha delimitada pelo telhado, é considerado fachada (CONSOLI, 2009).

De acordo com Cardoso (2009), as fachadas, tal como qualquer outro segmento da construção civil, também devem seguir determinadas normas preconizadas pela ABNT no dado momento da instalação e montagem. O autor relaciona as principais normas listadas para fachadas que devem ser observadas:

- ABNT NBR 10821: Esquadrias externas para edificações;
- ABNT NBR 7199: Projeto, execução e aplicações de vidros na construção civil;
- ABNT NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações;
- ABNT NBR 15737: Perfis de alumínio e suas ligas com acabamento superficial - Colagem de vidros com selante estrutural;
- ABNT NBR 15463: Placas cerâmicas para revestimento – Porcelanato;
- ABNT NBR 15846: Rochas para revestimento- Projeto, execução e inspeção de revestimento de fachada de edificações com placas fixadas por insertes metálicos;
- ABNT NBR 15919: Perfis de alumínio e suas ligas com acabamento superficial - Colagem de vidros com fita dupla face estrutural de espuma acrílica para construção civil;
- ABNT NBR 13755 - Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento, que estabelece os requisitos para a execução, fiscalização e recebimento de revestimento.

Cardoso (2009) relaciona que a fachada se refere a designação de cada face de um edifício, sendo frontaria ou frontispício, geralmente o nome que se dá à fachada da frente, a que dá para a rua. Na linguagem mais comum, constitui apenas, esse caso, a “fachada principal”. Já a respeito das outras, estas serão denominadas de fachada posterior, ou fachada lateral. Considera-se que o conjunto de fachadas e sua composição darão, em volume, a caráter, a fisionomia do edifício.

Compreende-se que, quando se menciona o termo fachada, este se refere ao sistema de revestimento externo das edificações. Necessário entender o sentido das patologias na Engenharia Civil.

## 1.2 Sistema de revestimentos de fachadas

O conceito de sistema de revestimento se refere a um conjunto de camadas interligadas, monolíticas e dependentes. A deficiência de alguma delas interfere no desempenho das demais e apenas o conjunto das camadas é capaz de cumprir as funções exigidas do revestimento cerâmico. Já segundo a NBR 13755 (ABNT, 2017), Sistema de Revestimento é o “conjunto formado por revestimento de argamassa e acabamento decorativo, compatível com a natureza da base, condições de exposição, acabamento e desempenho, previstos em projeto”.

Dessa maneira, Mendes et al., (2016) consideram que em um sistema de revestimento de fachada devem ser levados em consideração tudo que interfira em sua vida útil e desempenho.

Importante considerar a maior incidência de dificuldades e falhas (patologias) como eflorescências, quebra e destacamento de pastilhas, trincas e fissuras, infiltrações, dentre outros, evidencia que o setor da construção civil deve voltar sua atenção, paulatinamente, com o sistema de revestimento de uma edificação estabelecendo uma equivalência da mão de obra, sistemas construtivos e a tradição, de modo pertinente à Engenharia (SANTOS, 2008, p.21).

Nakamura (2005) explica que mesmo se tratando de um assunto amplamente abordado, o sistema de revestimento de fachada é uma etapa que exige cuidados específicos e planejamento no que se refere aos procedimentos executivos. Dessa forma é que se nota que apenas em anos mais recentes as construtoras passaram a investir em projeto de fachada, acompanhando o movimento de racionalizar, de forma geral, os serviços na construção. A seção seguinte aprofunda no tema em pauta dessa pesquisa, e traz uma abordagem relacionada ao projeto voltado para o sistema de fachadas.

### 1.2.1 Construções e o projeto de fachadas

Segundo explica Pereira Júnior (2010) o projeto se refere a todos os aspectos à concepção da edificação, desde a falta de coordenação entre projetos, escolha de materiais adequados, até a negligência quanto aos aspectos básicos quanto o posicionamento de juntas de trabalho e telas de reforço. Já Ribeiro (2009) afirma o

que deve constar em um projeto de fachadas, além de apresentar abarcar, além do uso de reforços e juntas em revestimentos, o considerando a importância de se organizar as atividades relacionadas à produção, passo a passo, uma vez que as razões que desencadeiam tais patologias não são aspectos isolados, mas ocorre como uma associação de fatores que contemplam a descrição de materiais e técnicas executivas corretas. Como desdobramento, o planejamento da produção do revestimento na obra mostra-se positivo que, de maneira que se possa contar com uma abordagem mais abrangente, que também considera o alinhamento da produção, a questão da produtividade, segurança e salubridade dos profissionais.

Desta maneira, a principal característica desse tipo de trabalho é a atenção central voltada à produção. Vai além de plantas e desenhos com detalhes construtivos, o projeto de fachadas deve descrever como o revestimento deve ser realizado. Assim sendo, é possível justificar porque grande parte das patologias que atinge as fachadas decorre de falhas durante a execução (CARDOSO, 2009).

Não obstante, o primeiro objetivo do projeto de fachadas está em oferecer todo o detalhamento construtivo necessário para que as decisões sejam planejadas, em vez de serem tomadas no canteiro. Carasek (2012, p.16) afirma que não se pode exigir que o engenheiro da obra seja “um especialista em revestimento”. É comum também se atribuir a responsabilidade dos problemas à baixa qualidade da mão-de-obra. “Só que é preciso entender que a mão-de-obra executa apenas aquilo que outros mandam”.

Por outro lado, reconhecendo as necessidades da construção civil moderna, que valoriza as especializações e o conhecimento, muitas construtoras habilitam seu quadro de pessoal para cada especialidade afim, no próprio local de trabalho. Com a etapa de revestimentos de fachadas não é diferente (CARASEK, 2012).

Nakamura (2006) reforça que em situações onde se trabalha com sistemas afastados, tais como as placas de rochas com componentes metálicos, é preciso que sejam descritas as interferências, tratamento das ligações, dimensionamento e características das pedras em função da carga de vento, testes das peças metálicas de fixação e vedação da fachada.

Existe, portanto, constante interação com outros projetos, tal como cita Cardoso (2009), onde a fragilidade das fachadas que poderiam ser dirimidas na concepção arquitetônica ou estrutural

Com relação ao que pondera Nakamura (2005) em razão dos pormenores construtivos, em geral, primar por elementos estéticos, talvez fosse o mais indicado contar com maior participação do profissional de arquitetura no processo de definição destes. Não obstante, um detalhamento correto é imprescindível para a execução do que, de fato, for entendido no projeto. Assim sendo, o ideal é que tal responsabilidade seja assumida projetistas e outros profissionais afins. Porém, como determinados projetos apresentam falhas e informações não explicitadas no que se refere aos detalhes executivos, o engenheiro residente ou o mestre de obras podem se responsabilizar por sanar os entraves ao longo da execução do empreendimento.

Silveira (2006) afirma que o projeto de revestimento de fachadas é, primordialmente, a prevenção das patologias que começaram a se tornar crônicas na construção de edifícios, tais como destacamentos, manchas, infiltrações e fissuração dos revestimentos, mas também ajudar a gestão dos processos de produção. O autor esclarece que é na fase de concepção do edifício que se vive o momento ideal para o desenvolvimento do projeto de revestimento de fachadas.

Ribeiro (2009, s.p) diz que “dessa forma, é possível integrar melhor as soluções estruturais e arquitetônicas, de modo que o edifício seja concebido já com esta visão sistêmica”. Tendo uma visão mais abrangente da obra, o projetista de revestimentos consegue identificar, primeiramente, como o comportamento da estrutura e a geometria do edifício poderão afetar negativamente sua durabilidade.

Assim, o projetista tem a responsabilidade de apontar pontos em que há necessidade de detalhes construtivos para prevenir patologias. Além disso, o projetista pode também, lançar mão do seu conhecimento acerca dos materiais e técnicas executivas, para especificar a melhor solução que responderá às necessidades de cada obra, de cada construtora, obedecendo aos aspectos do local da obra (RIBEIRO, 2009).

### 1.2.2 Importância e desafio para o projeto de fachadas

Segundo Santos (2008), realizar bem um projeto de fachadas contribui com inúmeros aspectos relacionados a obra. Uma delas é a vedação de fachada, incluindo esquadrias e revestimento, um dos mais relevantes subsistemas do edifício, é responsável pelas condições de habitabilidade e estética, contribui para a

valorização do empreendimento e tem um papel importante com relação à sustentabilidade.

O projeto incide diretamente nos custos de execução e de manutenção da fachada. São expressivos com relação aos dos outros subsistemas de uma determinada edificação. Considerando o tamanho impacto técnico e econômico, as tecnologias construtivas responsáveis pela execução das fachadas, frequentemente, atravessam por evoluções, como as novas tecnologias de fachadas leves, que podem ser empregadas em vários segmentos da construção (NAKAMURA, 2006).

Santos (2008) descreve que um adequado projeto de fachadas implica, entre outros, em estabelecer indicadores de desempenho, visando minimizar prejuízos com relação à qualidade e custo de execução e manutenção do empreendimento.

Os projetos de fachadas contemplam aspectos de suma importância e incluem a manutenção das fachadas, considerando esquadrias e revestimentos, apresentando-se como um dos mais importantes subsistemas do edifício, responsabilizando-se pelas condicionantes de habitabilidade, contando com uma função determinante no tocante à sustentabilidade, principalmente na condição de se ter projetada para contribuir na eficiência energética do edifício. Ademais, os custos de execução e de manutenção das fachadas mostram-se significativos no tocante aos dos outros subsistemas (SANTOS, 2008).

Fica claro que a importância do projeto de fachadas é ainda mais importante quando se empregam tecnologias novas e implica, entre outros, em estabelecimento de definições de qualidade e controle. Estas definições, não dependem da origem e visam a execução do projeto que atenda às expectativas para a produção e uso de um edifício, com desempenho e qualidade esperados. Por isso, parte das informações que um projeto deve conter diz respeito ao desempenho do edifício ou de suas partes (CHAVES, 2010).

Os desafios a serem enfrentados na elaboração de projeto de fachadas está exatamente na ausência de uma cultura de projeto de revestimento de fachadas em muitas construtoras. Segundo Ribeiro (2009) isto está mudando, o setor da construção civil já adota esse procedimento como padrão em todas as obras, o que tem reduzido muito a assistência técnica pós-obra. Mas a ausência do projeto vai além das consequências em fachadas.

É preciso considerar o nível de exigência das paredes internas, atualmente, elevado e as fissuras muitas vezes surgem antes mesmo do término da obra, também em alvenarias internas. Assim, as deformações previstas das estruturas, mesmo dentro dos limites de norma, ultrapassam os limites do previsto e costumam ser maiores do que as deformações suportadas pelos revestimentos.

O grande desafio para o projeto de fachadas está em descobrir alternativas para que os revestimentos suportem as deformações. Para isto, é importante conhecer o tipo de revestimento que é empregado e as características da estrutura de cada um deles (PEREIRA JÚNIOR, 2010).

## **CAPÍTULO 2**

### **ECOGRANITO E PORCELANATO AERADO**

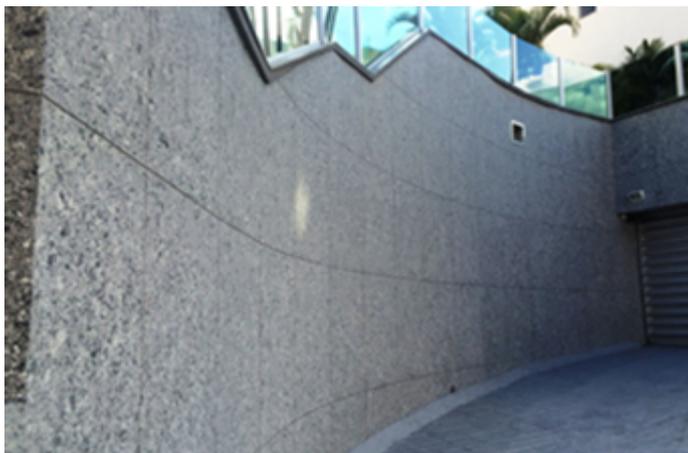
#### **2.1 Revestimento com ecogranito**

O revestimento que resíduos de granito, ou de granito ecológico como tem sido denominado na literatura, segundo Valério (2016) pode ser aplicado em fachadas, muros e paredes. Na aplicação do referido revestimento, é necessário haver certificação da empresa fabricante do material. O autor explica que o ecogranito substitui o granito tradicional diminuindo o peso estrutural e colaborando com o meio ambiente, além disso, é um tipo de revestimento sustentável.

Piazza (2015b) afirma que o granito ecológico ou sustentável (do tipo massa) é recente no setor da construção civil no Brasil, e vem ganhando espaço no mercado como produto com aparência muito semelhante ao granito, mas com custo, em média, 50% inferior ao granito comercial. Entretanto, o especialista afirma que sua produção não exige o corte de rochas e 80% da composição é de resíduos gerados no processo de extração de pedras de granitos, como a areia. A plasticidade possibilita aplicação em locais com diferentes dimensões e formatos, além disso, apresenta elevada resistência às trincas e rachaduras.

O ecogranito (Figura 1) tem sido referenciado por especialistas em revestimentos como uma tecnologia inovadora, para construções. Sendo que ele foi uma resposta à necessidade de simular o efeito e a modernidade do granito sem o peso ou custo de uma placa extraída no Brasil. É considerado como uma solução sustentável, sendo visto como mais que um simples revestimento, mas uma solução que agrega beleza e elegância aos projetos, além de ser economicamente mais viável.

Figura 1: Amostra de ecogranito já aplicado



Fonte: Ecogranito, 2018.

Rodrigues (2016) assinala que a tecnologia foi desenvolvida após os constantes terremotos no Japão, o que exigiu uma solução leve para as grandes edificações (arranha-céus). A preocupação era com os desastres naturais, em que as placas de granito poderiam despencar, podendo provocar verdadeiras tragédias. A solução do ecogranito, em sua fase final, mostra-se igual, mas com muito menos peso e um custo até três vezes mais baixo do que as placas tradicionais.

Acompanhando a tendência do próprio mercado da construção preocupada com a sustentabilidade, Las Casas (2017) destaca que o ecogranito faz parte das opções enquanto tecnologia nova em revestimento sustentável, desenvolvido a partir da sobra de areia de granito, não exigindo o corte de rochas na extração e, desta maneira, sendo ambientalmente responsável.

O produto foi patenteado no Japão, tem aparência semelhante à do granito e é voltado para o revestimento de elementos de vedação e estruturais da construção civil e de edificações. Em suas possibilidades de emprego, Oliveira *et al.* (2011) reforçam que o granito ecológico pode ser usado sobre superfícies de formato e tamanhos diversos e dos mais variados materiais como concreto, metais, madeira, vidro e até mesmo sobre outros tipos de revestimento (EMUELE, 2015).

Complementando essa linha de pensamento é que Las Casas (2017) defende o aspecto da praticidade deste tipo de revestimento, além de agregar valor e beleza. Por apresentar entre 30% e 32% de resina acrílica, torna-se um tipo de revestimento com durabilidade três vezes maior que os revestimentos comuns, tais como textura, que têm entre 6% e 8%. Neste sentido Piazza (2015b) sustenta que o mesmo pode

ser usado em piscina, vaso de flor, mesa, armários embutidos, guarda-roupas, fachada, aparador, piso destacando a adequabilidade do ecogranito em diversas estruturas, seja lisa e porosa.

A diversidade de cores são um diferencial, já que, ao tingir a areia o pigmento penetra, e assim, as tonalidades também são duráveis. Ou seja, Frazão (2012) compreende que se trata de um tipo de revestimento em massa com aparência real de granito, com tecnologia de impermeabilidade com aplicação possível em interiores e exteriores.

Ressalta-se que, diferentemente da aplicação da pedra, ele pode ser usado sobre superfícies de formatos e tamanhos diversos, de forma prática e versátil e sobre os mais diversos materiais como concreto, gesso (drywall), metais, madeira, vidro e até mesmo sobre outros tipos de revestimento. Apresenta grande resistência às intempéries, resistente ao tempo, super lavável, com incrível poder de imitação como mostra a Figura 2.

Figura 2: Resultado final do ecogranito em semelhança com o convencional



Fonte: Emuele, 2015.

Nessa mesma linha de pensamento de Piazza (2015a) elucida que o ecogranito é impermeabilizante, hidro-repelente e antissoro. Seu uso é frequente e proporciona um ótimo resultado e efeitos originais. Uma aplicação bem-feita garante menor tempo de obra, melhor aproveitamento do produto, em termos de rendimento, e um resultado estético final no qual a aparência fica muito próxima à da rocha de granito, quando o produto é utilizado por quadrantes. Ou seja, a aplicação precisa ser feita por um responsável técnico treinado e diretamente capacitado.

De acordo com o que explica Piazza (2015b), o granito ecológico surge como uma alternativa ao sistema convencional. É, em geral, fornecido em sacos de 30 kg, prontos a amassar, mostrando-se necessária somente o preparo da superfície especificada pelo fabricante.

A principal vantagem no revestimento de fachada com ecogranito, comparada às tecnologias convencionais, é a existência do controle da produção, uma vez que nos canteiros, existe o tempo de mistura e adição de água, insumos como cimento, cal e areia que precisam ser controlados. As desvantagens centram-se especialmente na necessidade de se trabalhar sobre uma superfície já regularizada e, também, a necessidade de se contar com mão de obra qualificada no manejo com o material (EMUELE, 2015).

## **2.2 Revestimento com porcelanato aerado**

O porcelanato é um dos tipos de materiais que pode ser utilizado no Sistema de Fachadas Ventiladas, que segundo Leão (2011), no Brasil é uma solução relativamente recente, historicamente desenvolvida na Europa dada a busca pela redução de custos com a refrigeração e a calefação nas edificações. Cardoso (2009) explica que a dada solução é compreendida como inovação construtiva, seja no aspecto funcional, seja no aspecto estético.

No referido sistema aerado/ventilado, o revestimento, no caso, o porcelanato, fica separado da parede externa por meio de uma câmara de ar ventilada, oferecendo maior sensação de conforto térmico para os usuários da edificação. Sua composição dá, basicamente, pelo suporte de fixação; câmara de ar em movimento; pelos elementos de fixação; pelo material de revestimento e pelas juntas abertas (BOBADILLA, 2007).

Campos (2011) analisa que a câmara de ar ventilada e as juntas abertas, se adequadamente dimensionadas, respondem pelo bom desempenho termoacústico do sistema e pela estanqueidade à água. O uso de porcelanato ou outro material em revestimento externo de fachada mostra-se bastante vantajoso dada a comprovada eficiência, simplicidade e facilidade na manutenção, condição estética, entre outros.

Já a desvantagem mais evidente, na opinião de Bobadilla (2007) refere-se ao custo, que é elevado, especialmente quando se compara com os demais tipos de

revestimentos. De modo a incentivar o uso do referido sistema e conseqüentemente reduzindo os custos de sua produção, sugere-se que se tenha uma padronização sequencial e sistemática das atividades e etapas previstas para as fachadas ventiladas. Leão (2011) analisa que as fachadas apresentam menor incidência de patologias na presença de umidade em relação a qualquer outro revestimento, em função da movimentação de ar que ocorre no interior da câmara.

Enfim, Campos (2011) observa que a tecnologia de fixação através de inserts metálicos, desenvolvida na década de 80, vem se difundindo cada vez mais e se apresentando como uma alternativa atraente quando se busca ganho de produtividade, desempenho, qualidade, e baixa manutenção da edificação. O autor reforça que, em geral, a especificação de porcelanatos ou granitos em fachada, é dada em razão da estética, resistência e baixa manutenção.

A execução de fachada aerada, de acordo com Cunha (2006), deve contar com bastante cautela na fixação de placas de granito com os *inserts* metálicos, exigindo conhecimento e qualificação da tecnologia e mão de obra utilizada, primar pela adequada elaboração de projetos, planejamento, ferramentas de gestão e fiscalização da execução.

Dutra (2010) assinala que o conforto térmico é a vantagem inicial da fachada aerada em relação aos sistemas tradicionais de construção. O sistema pode chegar a uma redução em até 3°C a temperatura do ambiente no tocante ao exterior. Os autores também chamam a atenção para o fato de que da menor umidade dada a circulação constante do ar, em que o sistema facilita a eliminação do vapor do interior das paredes, reduzindo a umidade do prédio. Além disso, a instalação simples reduzindo o tempo de entrega e assegurando a qualidade.

Campos (2011) complementa que a vantagem de se utilizar placas independentes, representa maior facilidade na instalação e na manutenção da estrutura, assegurando maior celeridade nos consertos eventualmente necessários. O autor aponta que o controle do ingresso de água que alcança as paredes da estrutura possibilitando a redução das infiltrações, um dos fatores desencadeadores de problemas estruturais nas fachadas de edifícios. Não obstante, o controle do ingresso da água cria condições para que a própria chuva contribua com a limpeza da estrutura, reduzindo o acúmulo de sujeira.

### 2.3 Etapas executivas - Ecogranito

Descreve-se aqui o emprego do Ecogranito no revestimento de fachada com seus pontos críticos, os materiais, mão de obra, ferramentas e equipamentos utilizados na obra. O revestimento de paredes com Ecogranito é um dos sistemas construtivos que mais tem sido solicitados no mercado e sua aplicação é quase artesanal, dependendo dos parâmetros estabelecidos pela empresa e do preparo individual de cada profissional. É possível observar a execução das fachadas com Ecogranito, considerando os procedimentos das etapas de execução do sistema conforme descrito a seguir:

Dutra (2006) afirma que, inicialmente, deve ser feita a limpeza da superfície, onde as sobras de concreto da alvenaria foram retiradas com uma marreta e talhadeira, para manter a superfície plana como mostrado na Figura 3. Algumas das falhas presente nas bases de alvenaria superiores a 2 cm de altura, largura ou profundidade, devem ser preenchidas com argamassa.

Figura 3: Preparo da superfície



Fonte: Ecogranito, 2018.

Posteriormente, deve ser realizado um lixamento e a lavagem da área em que for ser aplicado o Ecogranito, as vigas foram lixadas com uma escova de aço e lavada

de modo a assegurar uma boa aderência a revestimento em questão visto na Figura 4.

Figura 4: Limpeza da base



Fonte: Ecogranito, 2018.

Nas áreas em que as superfícies são muito lisas como o concreto, deve ser feita uma limpeza da base para a retirada de todos os resíduos de desmoldante das vigas. A área de aplicação precisa ser devidamente umedecida para aplicação do chapisco com rolo de textura como visto na Figura 5.

Figura 5: Umedecimento da área



Fonte: Ecogranito, 2018.

Na execução da fachada com Ecogranito é preciso proceder com a aplicação do primer até a cobertura completa da superfície, sendo indicado duas demãos com intervalo de 6 horas entre delas.

A massa do Ecogranito é aplicada diretamente sobre superfície preparada que aguarda aproximadamente 12 horas após aplicação do primer, como se vê na Figura 6 recebendo a marcação que foi feita na aplicação do revestimento.

Ressalta-se que os aspectos de maior atenção se centram nas áreas que precisaram de chapisco como as vigas de concreto moldadas *in loco*. Além disso, quando necessário, deve ser utilizado o chapisco rolado industrializado, aplicado com rolo de textura alta.

Figura 6: Marcação para aplicação do granito ecológico na parede



Fonte: Ecogranito, 2018.

Importante destacar também que a massa de Ecogranito (figura 7) vem pronta e não pode ser diluída. E depois de aberto, o produto deve ficar coberto para evitar o ressecamento.

Figura 7: Mistura da massa de Ecogranito



Fonte: Ecogranito, 2018.

Assim, aplica-se cerca de 2mm de ecogranito em massa (figura 8) sobre o primer seco, utilizando a desempenadeira algumas vezes para o aplicar o material na superfície e finalizar com o alisamento.

Figura 8: Aplicação da massa de granito

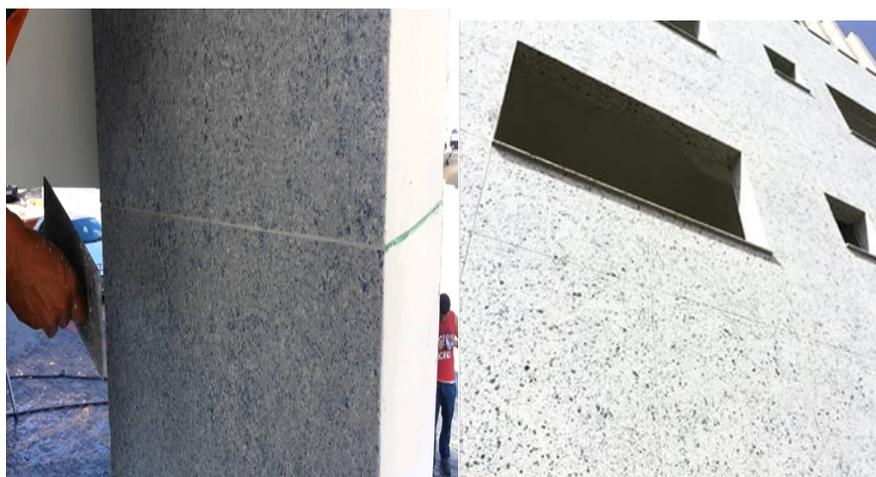


Fonte: Ecogranito, 2018.

O rendimento médio fornecido pelo fabricante é de aproximadamente de

5kg/m<sup>2</sup> nas superfícies planas. Em áreas em que a superfície é metálica, recomenda-se aplicar duas demãos de antiferrugem específico. A previsão de secagem total do produto é de 7 dias. Uma visão parcial do resultado é mostrada na Figura 9.

Figura 9: visão parcial do resultado final com Ecogranito



Fonte: Ecogranito, 2018.

Na obra acima a tecnologia do Ecogranito foi aplicada no reboco, bastando haver o preparo da superfície, o que permite como vantagens, a agilização da aplicação do produto.

Além disso, tem-se a possibilidade de se aplicar o Ecogranito em diferentes áreas, de diversas dimensões e considera-se o fato de que a massa do ecogranito é fornecida já pigmentada e preparada.

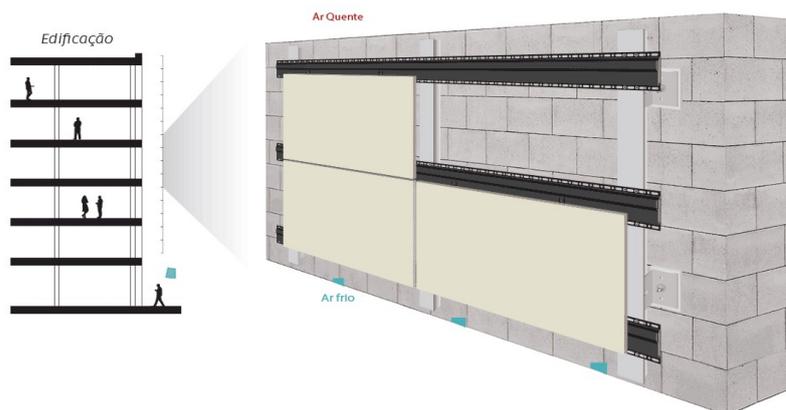
## 2.4 Execução da fachada ventilada

Campos (2011) explica que a fachada ventilada pode ser realizada em obras novas e reformas (as chamadas retrofit). Os projetos buscam atender as exigências estéticas e funcionais do empreendimento, e, mais do que o dimensionamento dos sistemas, deve-se contar com um projeto executivo com todas as informações de modulação, detalhes do sistema e especificação dos materiais.

Em termos gerais, Dutra (2010) descreve que o processo de execução é rápido, pois que os revestimentos cerâmicos e as ancoragens mecânicas são elementos pré-fabricados. O emprego de materiais recicláveis e ecologicamente

corretos no processo de fabricação, segundo autor, além da menor geração de resíduos durante a execução da obra são alternativas para a especificação de projetos sustentáveis sendo uma visão geral apresentada na Figura 10.

Figura 10 – Visão geral da fachada ventilada



Fonte: Revestimentos Cerâmicos Eliane, 2018.

Segundo Dutra (2010), a câmara de ar existente nos sistemas de fachada ventilada propicia a circulação do ar eliminando as manifestações patológicas das edificações vindas da umidade e, também, auxilia na eficiência energética e para um ambiente interno de maior nível de conforto.

A praticidade na instalação, simplicidade na manutenção, substituindo os painéis individualmente e o alcance de maior praticidade para uso em Retrofit é citado por Bobadilla (2007), considerando o emprego em obras de reformas que dispensa a remoção do revestimento antigo.

Assim como detalha Cunha (2006), os sistemas de fixação asseguram a instalação de grandes formatos de placas de revestimento, fixadas mecanicamente a uma subestrutura metálica, empregando parafusos em aço inoxidável.

Em relação ao alumínio que compõe os sistemas, ele oferece alta performance, sendo um material leve, durável e versátil. Conta com elevada resistência à corrosão e alta reciclabilidade. Os parafusos e chumbadores em aço inoxidável potencializam a resistência ao arrancamento e durabilidade ao sistema.

A Figura 11 apresenta os inserts metálicos empresados no sistema de fachada ventilada:

Figura 11 – Inserts metálicos



Fonte: Revestimentos Cerâmicos Eliane, 2018.

De acordo com Bobadilla (2007), o sistema de fixação composto por perfis verticais em alumínio e inserts metálicos pontuais em aço inoxidável devem ser instalados, através de chumbadores, em ancoragens fixadas na base do edifício. O autor reforça que os inserts devem ser inseridos na borda do revestimento obedecendo os limites apresentados na Tabela 1:

Tabela 1 – Limites do sistema oculto da fachada ventilada.

PRODUTO	AFASTAMENTO	JUNTAS	PESO
Crystalato 15mm	11cm	6mm	60kg/m <sup>2</sup>
Porcelanato 12mm	12cm	4mm	27kg/m <sup>2</sup>

Fonte: Eliane, 2018.

Na execução do sistema de fixação, visto na Figura 12, Campos (2011) assinala que é preciso criar uma subestrutura auxiliar em alumínio, empregando perfis e acessórios com funções específicas. No tocante à ancoragem, responde pela ligação do conjunto da fachada ventilada, devendo ser fixada ao elemento de concreto através de chumbadores expansivos em aço inoxidável.

Figura 12 – Sistema de fixação



Fonte: Eliane, 2018.

Cunha (2006) orienta que as colunas e travessas sejam interligadas de modo a formar um grid que, em conjunto com as ancoragens, se consolide como estrutura principal do sistema. Em seguida, deve-se realizar a fixação do quadro através de presilhas. O sistema tem a composição dada por revestimento, perfil folha e selante estrutural sendo os limites determinados na Tabela 2:

Tabela 2 – Limites do sistema de fixação

PRODUTO	AFASTAMENTO	JUNTAS	PESO
Laminum 3mm	12cm	10mm	12kg/m <sup>2</sup>
Laminum 6mm	12cm	10mm	20kg/m <sup>2</sup>
Porcelanato 6mm	12cm	10mm	20kg/m <sup>2</sup>

Fonte: Revestimentos Cerâmicos Eliane, 2018.

De acordo com Bobadilla (2007), os elementos de fixação não ficam expostos na superfície do revestimento e representa uma subestrutura com perfis verticais fixados na estrutura da edificação por meio de ancoragens com parafusos. O revestimento tem sua fixação dada à subestrutura através de grampos metálicos encaixados em rasgos executados na espessura da placa de porcelanato devendo seguir os limites apresentados na Tabela 3:

Tabela 3 – Parâmetros para a fixação dos revestimentos

PRODUTO	AFASTAMENTO	JUNTAS	PESO
Porcelanato	10cm	7mm	27kg/m <sup>2</sup>

Fonte: Revestimentos Cerâmicos Eliane, 2018.

No que se refere aos elementos de fixação permanecem expostos na superfície do revestimento como apresenta a Figura 13, sendo uma subestrutura com perfis verticais fixados na estrutura da edificação por meio de ancoragens com parafusos.

Figura 13 – Elementos de fixação expostos na superfície



Fonte: Revestimentos Cerâmicos Eliane, 2018.

Dutra (2006) explica que o revestimento tem a fixação dada à subestrutura através de grampos metálicos dispostos próximos às extremidades das placas de porcelanato considerando os limites da Tabela 4:

Tabela 4 – Parâmetros para a fixação da placa à subestrutura

<b>PRODUTO</b>	<b>AFASTAMENTO</b>	<b>JUNTAS</b>	<b>PESO</b>
Porcelanato	12cm	4mm	27kg/m <sup>2</sup>

Fonte: Revestimentos Cerâmicos Eliane, 2018.

Bobadilla (2007) reforça que, no projeto de fachada ventilada é preciso especificar dimensionamentos, resistência dos substratos, tipo de chumbadores, dimensões dos perfis metálicos e tipo de revestimento de proteção. O autor lembra que o projetista precisa definir a sequência executiva da instalação e detalhes como janelas.

## **CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA**

### **3.1 Relato da pesquisa**

Com relação à Metodologia Científica, está se mostra como instrumento imprescindível para a elaboração desta pesquisa. Inicialmente foi realizada revisão bibliográfica em livros, artigos e outros trabalhos acadêmicos que tratassem do ecogranito comparado ao sistema de fachada ventilada (porcelanato aerado). No que se refere à metodologia adotada nesta pesquisa, ela dividiu-se em duas etapas. Inicialmente foi procedida a revisão bibliográfica acerca do tema do sistema de revestimento externo para fachadas e posteriormente foi dada ênfase a ecogranito e fachada ventilada.

Em relação à segunda etapa a mesma refere-se a um estudo de caso que, mesmo baseando-se em uma obra situada em Belo Horizonte, Minas Gerais, se referiu à descrição do orçamento previsto para o ecogranito comparado ao sistema de fachada ventilada (porcelanato aerado).

### **3.2 Metodologia de obtenção dos dados**

Foi considerado para elaboração desse estudo de caso o memorial descritivo da obra fornecido pela empresa construtora responsável pela obra, assim como os dados do custo da etapa da obra em que foram executados o revestimento em fachada ventilada e o revestimento em ecogranito baseando-se em dados que foram organizados em planilhas.

Posteriormente, procedeu-se com a etapa da análise dos dados obtidos no estudo de caso, de modo que os valores e dados numéricos relacionados aos custos dos sistemas de revestimento de ecogranito comparado ao sistema de fachada ventilada (porcelanato aerado).

## CAPÍTULO 4

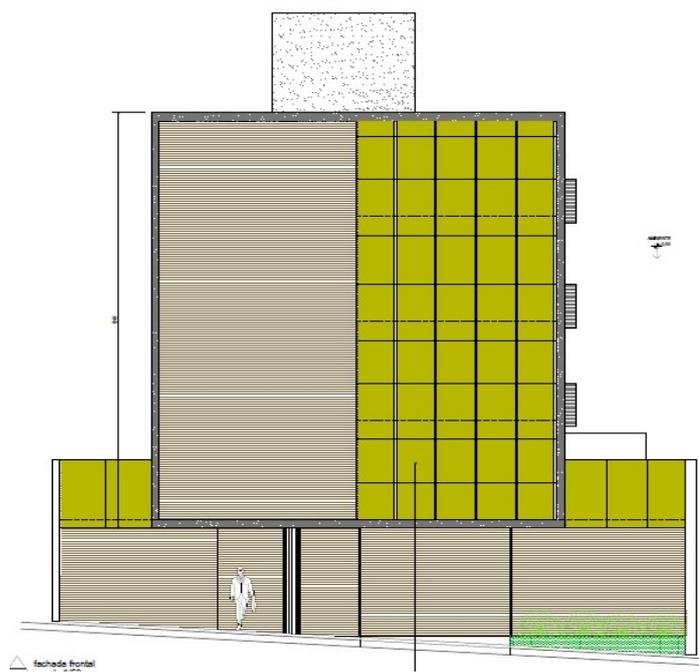
### ESTUDO DE CASO: ECOGRANITO X PORCELANATO AERADO

#### 4.1 Resultados obtidos e análise dos dados

Neste estudo de caso a construtora realizou a análise de dados orçados para a escolha do revestimento para a fachada. Inicialmente, descartou-se a utilização do granito aerado, pelo alto valor do produto; assim como da cerâmica cinza devido ao alto risco de deslocamento ou destacamento. Foi realizado um orçamento dos materiais ecogranito e do porcelanato aerado, bem como dos equipamentos e mão de obra, enfim, todos os custos envolvidos à etapa fachada. Nesta prospecção, foram comparados os dois sistemas de revestimentos.

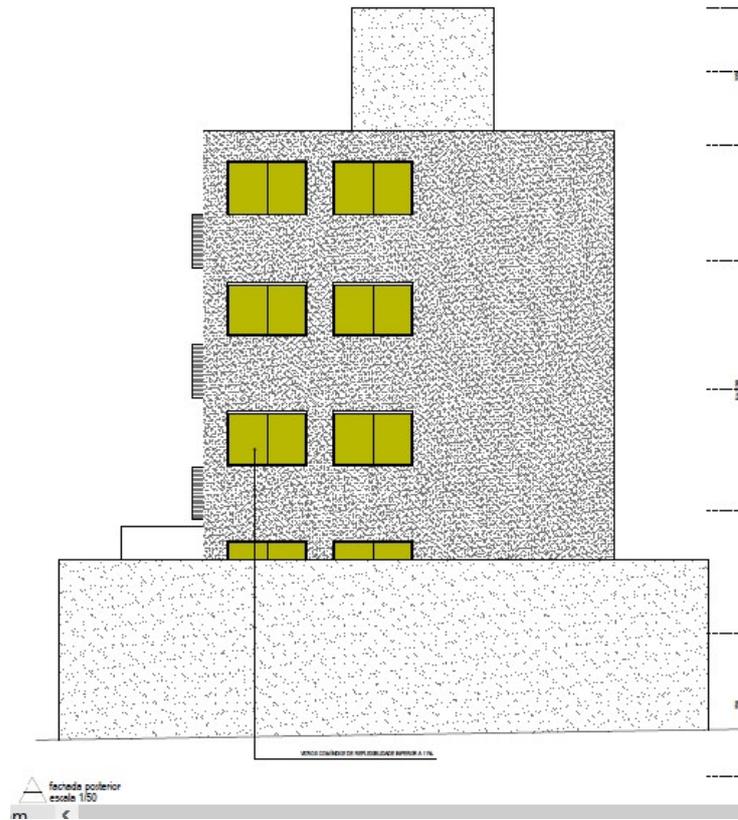
A obra, considerada para este estudo foi um condomínio denominado Puerto Madero, localizado à Rua República Argentina, número 61 no bairro Sion, região centro-sul de Belo Horizonte, Minas Gerais. A obra foi iniciada em julho de 2017 e estima-se que esteja concluída até dezembro de 2018; trata-se de um edifício residencial com 6 andares. As figuras 14 e 15 mostram o projeto de fachada da referida construção, fachada frontal e fachada de fundos, respectivamente. Já a figura 16 mostra uma vista lateral no empreendimento.

Figura 14: Visão do projeto de fachada frontal



Fonte: acervo do autor, 2018.

Figura 15: Visão do projeto de fachada fundos



Fonte: acervo do autor, 2018.

Figura 16: Visão da vista lateral do projeto de fachada



Fonte: acervo do autor, 2018.

De acordo com projetos e relatórios da empresa executora da obra, a área total da fachada é de 640 metros quadrados aproximados para ecogranito ou porcelanato aerado; observa-se ainda, que a fachada frontal foi concebida para ser revestida com “pele” de vidro e brise de alumínio, vide figura 17.

Figura 17: Perspectiva da fachada frontal



Fonte: acervo do autor, 2018.

Passando para a análise de custos, apresenta-se abaixo quadros que contém orçamento detalhado em itens para cada sistema de fachada. Inclui-se um quadro apresentando o orçamento da fachada de cerâmica, com o objetivo de confirmar sua eliminação prévia, na qual foi considerado que esta não atenderia a demanda estética assim como pelos riscos patológicos, como o de deslocamento.

Nos quadros foram consideradas as unidades de medida, a quantidade necessária; preço de custo e preço de custo total. O quadro 1 descreve a fachada revestida com ecogranito.

### Quadro 1: Opção 01: Fachada revestida com Ecogranito

DETALHAMENTO					
Item	Desc Completa	Und	Qtd	Pr. Custo	Pr. Custo Total
<b>Opção 01 - Fachada Revestida com Ecogranito</b>					
10.	FACHADAS, MUROS, PASSEIOS E RAMPAS				
10. 1.	FACHADA PINTADA / ECOGRANITO				
10. 1. 1.	SERVIÇO BRUTO				
10. 1. 1. 4.	CHAPISCO EXTERNO E LIMPEZA DA FACHADA - mão-de-obra	M2	612,31	5,00	3.061,55
10. 1. 1. 5.	CHAPISCO EXTERNO E LIMPEZA DA FACHADA - material	M2	596,09	0,63	375,54
10. 1. 1. 6.	CHAPISCO COLANTE EXTERNO, INCLUSIVE LIMPEZA E CALAFETAÇÃO - estimado 30%	M2	255,47	7,28	1.859,82
10. 1. 1. 7.	COLOCAÇÃO DE TELAS DE REFORÇO - ENTELAMENTO ESTRUTURA	M2	122,50	13,32	1.631,70
10. 1. 1. 8.	EMBOÇO EXTERNO + PONTO DE MASSA (FACHADA)	M2	628,80	31,25	19.650,00
10. 1. 1. 9.	EMBOÇO EXTERNO + PONTO DE MASSA (FACHADA) - ESPALAS (OPÇÃO 1)	M	371,12	12,25	4.546,22
10. 1. 1. 10.	REBOCO EXTERNO + PONTO DE MASSA (FACHADA)	M2	222,76	36,25	8.075,05
10. 1. 1. 11.	REBOCO EXTERNO - ESPALAS (OPÇÃO 1)	M	55,13	14,75	813,17
10. 1. 1. 12.	EXECUÇÃO DE JUNTAS DE DILATAÇÃO E MOVIMENTAÇÃO	M	259,71	20,94	5.438,33
10. 1. 2.	PEITORIL DE MÁRMORE/ GRANITO				
10. 1. 2. 1.	PEITORIL EM GRANITO CINZA ANDORINHA POLIDO - L=20CM	M	88,58	50,71	4.491,89
10. 1. 3.	PINTURA / ECOGRANITO				
10. 1. 3. 1.	ACRIL COLOR TEXTURA FACE COLOR (EXTERNO)	M2	95,20	16,00	1.523,20
10. 1. 4.	PINTURA PRETA SOB VIDRO / PELE DE VIDRO	M2	131,76	21,00	2.766,96
10. 1. 4. 1.	ECOGRANITO	M2	640,82	71,33	45.709,69
14.	DESPESAS INDIRETAS				
14. 2.	CONSULTORIAS, ENSAIOS, LAUDOS E CONTROLE TECNOLÓGICO				
14. 2. 5.	ENSAIO DE ARRANCAMENTO - Custo fornecido pelo cliente	UN	4,00	570,00	2.280,00
<b>Total Opção 01 - sem taxa de adm. (A)</b>					<b>102.223,12</b>
<b>Taxa de Administração - Opção 01 (B)</b>					<b>15.333,47</b>
<b>Total - Opção 01 (A+B)</b>					<b>117.556,59</b>

Fonte: acervo do autor, 2018.

O quadro 2 traz a exposição dos valores relacionados a fachada sendo revestida em cerâmica cinza e, portanto, detalha as etapas pertinentes a sua execução.

Quadro 2: Opção 02: Fachada revestida em Cerâmica Cinza

Opção 02 - Fachada Revestida com Cerâmica Cinza					
10.	FACHADAS, MUROS, PASSEIOS E RAMPAS				
10. 1.	FACHADA PINTADA / ECOGRANITO				
10. 1. 1.	SERVIÇO BRUTO				
10. 1. 1. 4.	CHAPISCO EXTERNO E LIMPEZA DA FACHADA - mão-de-obra	M2	612,31	5,00	3.061,55
10. 1. 1. 5.	CHAPISCO EXTERNO E LIMPEZA DA FACHADA - material	M2	596,09	0,63	375,54
10. 1. 1. 6.	CHAPISCO COLANTE EXTERNO, INCLUSIVE LIMPEZA E CALAFETAÇÃO - estimado 30%	M2	255,47	7,28	1.859,82
10. 1. 1. 7.	COLOCAÇÃO DE TELAS DE REFORÇO - ENTELAMENTO ESTRUTURA	M2	122,50	13,32	1.631,70
10. 1. 1. 8.	EMBOÇO EXTERNO + PONTO DE MASSA (FACHADA)	M2	628,80	31,25	19.650,00
10. 1. 1. 9.	EMBOÇO EXTERNO + PONTO DE MASSA (FACHADA) - ESPALAS (OPÇÃO 1)	M	371,12	12,25	4.546,22
10. 1. 1. 10.	REBOCO EXTERNO + PONTO DE MASSA (FACHADA)	M2	222,76	36,25	8.075,05
10. 1. 1. 11.	REBOCO EXTERNO - ESPALAS (OPÇÃO 1)	M	55,13	14,75	813,17
10. 1. 1. 12.	EXECUÇÃO DE JUNTAS DE DILATAÇÃO E MOVIMENTAÇÃO	M	259,71	20,94	5.438,33
10. 1. 2.	PEITORIL DE MÁRMORE/ GRANITO				
10. 1. 2. 1.	PEITORIL EM GRANITO CINZA ANDORINHA POLIDO - L=20CM	M	88,58	50,71	4.491,89
10. 1. 3.	PINTURA / ECOGRANITO				
10. 1. 3. 1.	ACRIL COLOR TEXTURA FACE COLOR (EXTERNO)	M2	95,20	16,00	1.523,20
10. 1. 4.	PINTURA PRETA SOB VIDRO / PELE DE VIDRO	M2	131,76	21,00	2.766,96
10. 2.	FACHADA DE CERÂMICA	M2	640,82	71,02	45.511,04
14.	DESPESAS INDIRETAS				
14. 2.	CONSULTORIAS, ENSAIOS, LAUDOS E CONTROLE TECNOLÓGICO				
14. 2. 5.	ENSAIO DE ARRANCAMENTO - Custo fornecido pelo cliente	UN	4,00	570,00	2.280,00
<b>Total Opção 02 - sem taxa de adm. (A)</b>					<b>102.024,47</b>
<b>Taxa de Administração - Opção 02 (B)</b>					<b>15.303,67</b>
<b>Total - Opção 02 (A+B)</b>					<b>117.328,14</b>

O quadro 3 mostra a opção da fachada revestida em porcelanato aerado e traz os itens relacionados a sua execução.

Quadro 3: Opção 03: Fachada revestida em Porcelanato Aerado

Opção 03 - Fachada Revestida em Porcelanato Aerado					
10.	FACHADAS, MUROS, PASSEIOS E RAMPAS				
10. 1.	FACHADA PINTADA / ECOGRANITO				
10. 1. 1.	SERVIÇO BRUTO				
10. 1. 1. 4.	CHAPISCO EXTERNO E LIMPEZA DA FACHADA - mão-de-obra	M2	160,13	5,00	800,66
10. 1. 1. 5.	CHAPISCO EXTERNO E LIMPEZA DA FACHADA - material	M2	155,93	0,63	98,24
10. 1. 1. 6.	CHAPISCO COLANTE EXTERNO, INCLUSIVE LIMPEZA E CALAFETAÇÃO - estimado 30%	M2	66,83	7,28	486,51
10. 1. 1. 7.	COLOCAÇÃO DE TELAS DE REFORÇO - ENTELAMENTO ESTRUTURA	M2	18,38	13,32	244,76
10. 1. 1. 8.	EMBOÇO EXTERNO + PONTO DE MASSA (FACHADA)	M2		31,25	-
10. 1. 1. 9.	EMBOÇO EXTERNO + PONTO DE MASSA (FACHADA) - ESPALAS (OPÇÃO 1)	M		12,25	-
10. 1. 1. 10.	REBOCO EXTERNO + PONTO DE MASSA (FACHADA)	M2	222,76	36,25	8.073,05
10. 1. 1. 11.	REBOCO EXTERNO - ESPALAS (OPÇÃO 1)	M	55,13	14,75	813,17
10. 1. 1. 12.	EXECUÇÃO DE JUNTAS DE DILATAÇÃO E MOVIMENTAÇÃO	M		20,94	-
10. 1. 2.	PEITORIL DE MÁRMORE/ GRANITO				
10. 1. 2. 1.	PEITORIL EM GRANITO CINZA ANDORINHA POLIDO - L=20CM	M	88,38	30,71	4.491,89
10. 1. 3.	PINTURA / ECOGRANITO				
10. 1. 3. 1.	ACRIL COLOR TEXTURA FACE COLOR (EXTERNO)	M2	95,20	16,00	1.523,20
10. 1. 4.	PINTURA PRETA SOB VIDRO / PELE DE VIDRO	M2	131,76	21,00	2.766,96
10. 2.	FACHADA AERADA				
10. 2. 1.	VERGAS PARA FIXAÇÃO DOS INSERTS	M2	628,80	9,57	6.017,64
10. 2. 2.	PORCELANATO DA FACHADA - REF. 65,00/M²	M2	628,80	68,25	42.915,74
10. 2. 3.	EMPREITEIRO FACHADA AERADA - SERVIÇOS E MÃO-DE-OBRA ( projeto, Administração, colocação e rejuntamento)	M2	628,80	102,00	64.137,80
10. 2. 4.	MATERIAL DE FIXAÇÃO - INSERTS METÁLICOS	M2	628,80	55,00	34.584,11
10. 2. 5.	MATERIAL DE REJUNTE	M2	628,80	11,00	6.916,82
10. 2. 6.	SERVENTE DE APOIO	MÊS	3,00	2.996,60	8.989,80
10. 2. 7.	REQUADRAÇÕES DA FACHADA - convencional				
10. 2. 7. 1.	CHAPISCO EXTERNO E LIMPEZA DA FACHADA - mão-de-obra	M2	85,25	5,00	426,25
10. 2. 7. 2.	CHAPISCO EXTERNO E LIMPEZA DA FACHADA - material	M2	85,25	0,63	53,71
10. 2. 7. 3.	EMBOÇO EXTERNO + PONTO DE MASSA (FACHADA) - ESPALAS	M	426,25	12,25	5.221,50
10. 2. 7. 4.	PORCELANATO DA FACHADA - REF. 65,00/M² - ESPALAS	M	426,25	40,18	17.126,52
14.	DESPESAS INDIRETAS				
14. 2.	CONSULTORIAS, ENSAIOS, LAUDOS E CONTROLE TECNOLÓGICO				
14. 2. 5.	ENSAIO DE ARRANCAMENTO - Custo fornecido pelo cliente	UN		570,00	-
<b>Total Opção 03 - sem taxa de adm. (A)</b>					<b>205.690,33</b>
<b>Taxa de Administração - Opção 03 (B)</b>					<b>30.853,55</b>
<b>Total - Opção 03 (A+B)</b>					<b>236.543,88</b>

Já o quadro 4 apresenta o comparativo entre a fachada revestida em ecogranito; cerâmica cinza; e o porcelanato aerado.

#### Quadro 4 – Ecogranito X Cerâmica Cinza X Porcelanato Aerado

ALTERNATIVAS DE ACABAMENTO DE FACHADA	
Data: 6-jul-17	
RESUMO	
Opção 1: Ecogranito (Fachadas Lateral direita, esquerda e posterior) - Considerada no orçamento inicial r00	117.556,59
Opção 2: Cerâmica Cinza (Fachadas Lateral direita, esquerda e posterior)	117.328,14
Opção 3: Porcelanato Aerado (Fachadas Lateral direita, esquerda e posterior)	236.543,88
MENOR VALOR - OPÇÃO 02	R\$ 117.328,14
MAIOR VALOR - OPÇÃO 03	R\$ 236.543,88
DIFERENÇA - (Opção 02 - Opção 03)	-R\$ 119.215,74
DIFERENÇA - (Opção 02 - Opção 01)	-R\$ 228,45

**Fonte: acervo do autor, 2018.**

É possível observar que nas fachadas revestidas com ecogranito ou com a cerâmica cinza, são necessárias as etapas de emboço+ponto de massa e juntas de dilatação, as mesmas são desnecessárias para a fachada aerada em porcelanato.

A fachada revestida em cerâmica cinza foi desconsiderada, visto que o custo é praticamente igual ao ecogranito, não seria obedecida a estética desejada e ainda teria o risco de patologias como destacamento de placas.

Em relação a fachada ventilada em porcelanato, embora não fosse preciso fazer o emboço e as juntas de dilatação, seria preciso executar as vergas de concreto (bolsões), que representaram um custo estimado de R\$ 6.017,64 para material e mão de obra; além de exigir a contratação de mão de obra qualificada para projeto e execução no valor de R\$ 64.137,80; além do material de fixação que custa R\$ 34.584,11. Assim, constata-se que a mão de obra, o projeto e os materiais pré-fabricados para a execução da fachada ventilada onera muito seu custo.

Considerando os valores para fachadas nos três sistemas analisados, percebe-se que o valor total para o ecogranito foi de R\$ 117.556,59; valor praticamente igual a cerâmica cinza que foi de R\$ 117.328,14, uma diferença de R\$228,45, o que se pode considerar irrelevante. O sistema do porcelanato aerado apresenta o valor foi de R\$236.543,88, ou seja, praticamente o dobro dos outros dois.

Avaliando o quesito estética idealizada pelo arquiteto e desejada pela Construtora, que pela perspectiva apresentada na figura 17 assemelha-se ao granito, o ecogranito superou tanto o sistema de porcelanato aerado quanto o de cerâmica. Não se encontrou no mercado nem porcelanato nem cerâmica que se assemelhasse ao granito, apenas ao concreto. Sendo assim, neste aspecto também, o ecogranito atendeu melhor as expectativas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo abordou o tema do Sistema de Revestimento de Fachada. Buscou-se saber quais aspectos devem ser considerados na escolha do revestimento externo considerando as alternativas de ecogranito e o porcelanato aerado e qual se apresenta mais vantajoso na obra escolhida como estudo de caso.

O ecogranito e o porcelanato aerado foram escolhidos como possibilidades de revestimento externo para a obra em questão. Os especialistas destacam a possibilidade que o ecogranito apresenta em dar acabamento diferenciado. Entretanto, a técnica de aplicação deve ser cuidadosamente obedecida para se chegar ao resultado desejado, ou seja, requer profissionais treinados para executar o serviço.

No caso das fachadas ventiladas, a preocupação residiu não só na necessidade de mão de obra especializada, mas na necessidade de materiais específicos e caros (*inserts* metálicos) e a necessidade de compatibilização com outros projetos (alvenaria por ex.).

O ecogranito se mostrou como um tipo de revestimento que pode ser compreendido como uma solução que oferece estética e elegância aos projetos, também traz o reforço do apelo sustentável, mostrou-se economicamente mais viável que a fachada ventilada.

O cuidado, limpeza, preparo e regularização da superfície é também uma exigência para o ecogranito, entretanto, este revestimento pode ser aplicado em superfícies de diferentes formatos, os em curvas circulares ou ovais. Este recurso não foi necessário ser utilizado neste estudo de caso. Além disso, as emendas de aplicação são quase que imperceptíveis, possibilitando retoques e consertos sem que se tenha diferenças de acabamento.

Em relação aos cuidados necessários, destaca-se o acondicionamento da massa de granito, a necessidade de passar as devidas demãos do primer na superfície, aguardar tanto o tempo ideal entre uma demão e outra de primer, bem como a secagem final do ecogranito.

O objetivo geral desse estudo de compreender quais são os critérios de escolha a ser adotado na fachada externa, considerando o ecogranito e o porcelanato aerado, e qual apresenta maiores vantagens foi alcançado.

Na condução do estudo proposto, ainda que o comparativo tenha se baseado em orçamento e não na execução de fato de cada um dos sistemas, o do ecogranito e da fachada ventilada, foi possível verificar que em termos de custo o ecogranito se apresentou como alternativa mais vantajosa para a obra em questão. A diferença da fachada de ecogranito para a fachada ventilada, apresentou ser a metade do custo, ou seja, muito considerável.

Assim, após análise dos dados pertinentes à execução de revestimento de fachadas e muros, optou-se pelo ecogranito com vistas a atender a estética proposta pelo arquiteto e também por mostrar menor custo para o empreendimento.

Quanto a estética, o ecogranito foi a alternativa que melhor atendeu a esse quesito, por aproximar-se mais da aparência do granito.

Enfim, os critérios que se mostraram determinantes para a escolha do ecogranito como revestimento da fachada do edifício Puerto Madero foram o custo e a estética.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 13816 – Placa Cerâmica para Revestimento – Terminologia.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 13817 – Placa Cerâmica para Revestimento – Classificação.

BOBADILLA, Eduardo M. F. – Manual básico - Fachadas ventiladas y aplacados. Requisitos constructivos y estanqueidade. Artigo. Murcia, 2007.

BRANCO, Luiz Antônio Melgaço Nunes. **Ecogranito como revestimento - Reforma Fácil**. Disponível em: [reformafacil.com.br/produtos/pisos\\_revestimentos/ecogranito-como-revestimento/](http://reformafacil.com.br/produtos/pisos_revestimentos/ecogranito-como-revestimento/). Acesso em: 11 de set. 2018.

CAMPOS, Karina F. Desenvolvimento de sistema de fixação de fachada ventilada com porcelanato de fina espessura. Dissertação. Florianópolis, 2011.

CARASEK, Helena. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. São Paulo, IBRACON, 2012.

CARDOSO, E. B. Estudo do desempenho térmico de uma fachada ventilada segundo NBR 15.220 e NBR 15.575. Monografia (trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma: 2009. 113 p

CHAVES, Ana Margarida Vaz Alves. **Patologia e Reabilitação de Revestimentos de Fachada. Excerto Adaptado** – 2010 – Disponível em: <http://www.engenhariacivil.com/patologia-reabilitacao-revestimentos-fachada>. Acesso em: 11 de set. 2018.

CONSOLI, O. J. **Análise da durabilidade dos componentes das fachadas de edifícios, sob a ótica do projeto arquitetônico**. 2009. 204 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CUNHA, Márcio M. F. – Desenvolvimento de um sistema construtivo para fachadas ventiladas. Dissertação de 99 mestrado - Faculdade de engenharia da Universidade do Porto. Porto, 2006.

DUTRA, Miguel R. Caracterização de revestimentos em fachadas ventiladas – Análise do comportamento. Dissertação. Lisboa – Portugal, 2010. Documento xerocopiado.

DSM. **Sustainability in the Coatings Industry**. 2015. <https://www.pcimag.com/articles/100363-sustainability-in-the-coatings-industry>. Acesso em 11 de set. 2018.

ECOGRANITO. Aplicação do ecogranito. 2015. Disponível em: <https://ecogranito.com.br/>. Acesso em: 21 de ago. de 2018.

ELMUEBLE. **Granito:** ecológico, resistente y bello. 2015. [https://www.elmueble.com/ideas/decooterapia/granito-ecologico-resistente-y-bello\\_1067/2](https://www.elmueble.com/ideas/decooterapia/granito-ecologico-resistente-y-bello_1067/2), Acesso em 11 de set. 2018.

FRAZÃO, Ely Borges. **Tecnologia de Granito em massa na Construção Civil.** São Paulo: BGE, 2012.

GCM. **Instalação de ecogranito.** [www.intersi.eu/instalacao-de-eco-granito/153.html](http://www.intersi.eu/instalacao-de-eco-granito/153.html). Acesso em 11 de set. 2018.

GRIPP, Ronaldo Assis. A importância do projeto de revestimento de fachada, para a redução de patologias. 2008. Disponível em: <http://cursos.unisanta.br/civil/arquivos/Manifesta-Patologias-Revestimentosfachadas.pdf>. Ac Acesso em: 11 de ago. 2018.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

LAS CASAS, Renato. **Ecogranito traz ao país tecnologia de revestimento inteligente.** Disponível em: <http://www.revistaqualimovel.com.br/noticias/ecogranito-traz-ao-pais-tecnologia-de-revestimento-inteligente>. Acesso em: 11 de set. 2018.

LEÃO, Sílvia Lopes Carneiro. **As fachadas da casa moderna, Vol. 1.** Porto Alegre, 2011. 201 f. Dissertação (Doutorado) – Setor de Arquitetura. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 9. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/32817>> Acesso em 5 de set. de 2018.

MENDES, Sérgio; MORAIS, Franklim; BRANDÃO, Daniel, **Sistemas para Fachadas Ventiladas: Um Estudo Comparativo,** CESAP - Cooperativa de Ensino Superior Artística do Porto, Porto, 2016

NAKAMURA, Juliana. **Revestimento de Fachadas. 1.** REVISTA TÉCNICA. Edição 92, novembro 2004 –Projeto de Fachadas.

NAKAMURA, Juliana. **Revestimento de Fachadas. 1.** REVISTA TÉCNICA. Edição 92, novembro 2005– Projeto de Fachadas.

OLIVEIRA, T.N.; OLIVEIRA, D.M.; BEZERRA, A.C.S.; GOMES, V.J.; PEIXOTO, R.A.F. **Produção de matrizes cimentícias aditivadas com resíduo de corte e beneficiamento de granito.** In: Congresso Brasileiro do Concreto, 53., 2011, Florianópolis. **Anais...**Santa Catarina: IBRACON, 2011

PARAVISI, Sandra. **Avaliação de sistemas de produção de revestimentos de fachada com aplicação mecânica e manual de argamassa.** Porto Alegre, 2008. 181 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Setor de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p. 23. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/12561>>. Acesso em 02 de set. de 2018.

PADILHA, Eduardo. **Com tecnologia inovadora, ecogranito é opção para revestimento diferente na construção.** 2016. Disponível em: <https://www.bandab.com.br/economia/com-tecnologia-inovadora-ecogranito-e-opcao-para-revestimento-diferente-na-construcao/>. Acesso em: 11 de set. 2018.

PEREIRA JÚNIOR, Solano Alves. **Procedimento executivo de revestimento externo em argamassa.** Belo Horizonte, 2010. 69 f. Monografia (Curso de especialização de gestão de tecnologia na construção civil) - Setor de Engenharia de Materiais e Construção. Universidade Federal de Minas Gerais p. 30. Disponível em: <http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg2/57.pdf>. Acesso em 28 de ago. de 2018.

PIAZZA, Cleber. **Revestimento ecológico – granito ecológico.** 2015. Disponível em: [reforma Facil.com.br/tag/revestimento-ecologico/](http://reforma Facil.com.br/tag/revestimento-ecologico/). Acesso em: 11 de set de 2018.

PIAZZA, Cléber. **Eco granito na fachada.** | Pintura de casas. 2015. <https://www.pinturadecasas.com/2015/07/eco-granito-na-fachada.html>. Acesso em 11 de set. 2018.

REVISTA PLACE. **Granito ecológico.** 2016. [EIMueble.revistaplace.com.br/wp-content/uploads/2016/09/PLACE-33\\_IPAD.pdf](http://EIMueble.revistaplace.com.br/wp-content/uploads/2016/09/PLACE-33_IPAD.pdf). Acesso em 11 de set. 2018.

RIBEIRO, Fabiana Andrade. **Especificação de juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios.** Dissertação mestrado apresentado à Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo 2006.

RODRIGUES, Elyzia. **Você conhece o Ecogranito?** 2016. Dica da Arquiteta Disponível em: [www.dicadaarquitecta.com.br/2016/08/voce-conhece-o-ecogranito.html](http://www.dicadaarquitecta.com.br/2016/08/voce-conhece-o-ecogranito.html). Acesso em: 11 de set. 2018.

SANTOS, Heraldo Barbosa dos. **Ensaio de aderência das argamassas de revestimento.** Dezembro/2008. Disponível em: <http://www.pos.demc.ufmg.br/2015/trabalhos/pg1/Monografia%20Heraldo%20Barbosa.pdf>. Acesso em: 12 de set. 2018.

SILVESTRE, Jonas – **Fachada Eficiente.** REVISTA TÉCHNE. Edição 109, abril 2006.

SOLUENGE. **Revestimento de Granito Ecológico.** 2016. Disponível em: [www.soluenge.com/#!/ecogranito/c1svv](http://www.soluenge.com/#!/ecogranito/c1svv). Acesso em: 11 de set de 2018.

VALERIO, Iara. **Empresa mineira traz ao Brasil tecnologia de revestimento inteligente.** 2016. Disponível em: <https://www.segs.com.br/demais/126035-empresa-mineira-traz-ao-brasil-tecnologia-de-revestimento-inteligente>. Acesso em: 11 de set. 2018.

VERLAAK, Jos; MORRIS, David. **Proceedings 8th PRA Woodcoatings Congress.** 2012 Amsterdam. Documento xerocopiado.