

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Curso de Especialização: Gestão e Tecnologia na Construção Civil

Thais Quaresma Frauches

**SISTEMA DE REVESTIMENTO EM ECOGRANITO: ANÁLISES E
ESPECIFICAÇÕES DO MATERIAL EM DIVERSOS LOCAIS DE APLICAÇÃO
ESTUDO DE CASO: REVESTIMENTO PARA FACHADA DE EDIFÍCIO EM BELO
HORIZONTE. GRANITO X ECOGRANITO.**

Belo Horizonte
2021

Thais Quaresma Frauches

**SISTEMA DE REVESTIMENTO EM ECOGRANITO: ANÁLISES E
ESPECIFICAÇÕES DO MATERIAL EM DIVERSOS LOCAIS DE APLICAÇÃO
ESTUDO DE CASO: REVESTIMENTO PARA FACHADA DE EDIFÍCIO EM BELO
HORIZONTE. GRANITO X ECOGRANITO.**

Versão final

Monografia de especialização apresentada à Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Gestão e Tecnologia na Construção Civil.

Orientador: Antônio Neves de Carvalho Junior.

Belo Horizonte
2021

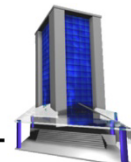
FICHA CATALOGRÁFICA

F845s	<p>Frauches, Thaís Quaresma.</p> <p>Sistema de revestimento em ecogranito [recurso eletrônico]: análises e especificações do material em diversos locais de aplicação – estudo de caso: revestimento para fachada de edifício em Belo Horizonte. Granito x Ecogranito / Thaís Quaresma Frauches. - 2021.</p> <p>1 recurso online (28 f. : il., color.) : pdf.</p> <p>Orientador: Antônio Neves de Carvalho Júnior.</p> <p>Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Gestão e Tecnologia na Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG.</p> <p>Anexos: f. 28. Apêndice: f. 27. Bibliografia: f. 25-26.</p> <p>Exigências do sistema: Adobe Acrobat Reader.</p> <p>1. Construção civil. 2. Conforto térmico. 3. Fachadas. 4. Granito. 5. Revestimentos. I. Carvalho Júnior, Antônio Neves de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.</p> <p>CDU: 69</p>
-------	---

ATA DE DEFESA



Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia de Materiais e Construção
Curso de Especialização em Construção Civil



ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

ALUNO: THAÍS QUARESMA FRAUCHES

MATRÍCULA: 2020689086

RESULTADO

Ao 01 dia do mês de setembro de 2021 realizou-se a defesa da MONOGRAFIA de autoria do aluno acima mencionado sob o título:

“SISTEMA DE REVESTIMENTO EM ECOGRANITO: ANÁLISES E ESPECIFICAÇÕES DO MATERIAL EM DIVERSOS LOCAIS DE APLICAÇÃO - ESTUDO DE CASO: REVESTIMENTO PARA FACHADA DE EDIFÍCIO EM BELO HORIZONTE. GRANITO X ECOGRANITO”

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

APROVADO

APROVADO COM CORREÇÕES

REPROVADO

NOTA: 91,0

CONCEITO: A

BANCA EXAMINADORA:

Nome

Prof. Dr. Antônio Neves de Carvalho Júnior

Assinatura

Antonio Neves de
Carvalho
Junior:78724104604

Assinado de forma digital por
Antonio Neves de Carvalho
Junior:78724104604
Dados: 2021.09.01 23:43:20 -03'00'

Nome

Prof. Dr. Luiz Antônio Melgaço Nunes Branco

Assinatura

Luiz Antonio Melgaco
Nunes
Branco:48639435634

Assinado de forma digital por Luiz
Antonio Melgaco Nunes
Branco:48639435634
Dados: 2021.09.02 12:45:41 -03'00'

O candidato faz jus ao grau de "ESPECIALISTA EM CONSTRUÇÃO CIVIL: "GESTÃO E TECNOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL"

Belo Horizonte, 01 de setembro de 2021

Antonio Neves de
Carvalho
Junior:78724104604

Assinado de forma digital por
Antonio Neves de Carvalho
Junior:78724104604
Dados: 2021.09.01 23:45:11 -03'00'

Coordenador do Curso

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus. E, também, aos meus pais, que se esforçaram muito para que eu concluísse essa especialização.

AGRADECIMENTOS

A Prof. Antônio Neves de Carvalho Junior agradeço pela orientação e por toda o conhecimento e ensinamento passado em sua disciplina e nas orientações, que contribuíram muito para o meu crescimento profissional e também para a realização desta monografia.

Aos demais professores que compõem o corpo docente do curso de Especialização da UFMG que foram fundamentais para minha formação e me deram suporte sempre que foi necessário.

RESUMO

Este estudo tem por objetivo identificar e analisar características, propriedades e parâmetros do ecogranito, assim como o uso como revestimento em fachadas. Para isso, foi comparado ao uso da pedra ornamental, granito, e sua forma de aplicação em fachadas de edificações. O crescente interesse nas inovações e tecnologia a favor da construção civil e consequente sustentabilidade despertaram a motivação para o estudo do sistema de revestimento em ecogranito, incluindo análises e especificações do material em diversos locais de aplicação. Esse estudo foi complementado com um estudo de caso: revestimento para fachada de um edifício em Belo Horizonte, comparando o ecogranito com o granito. Para tal estudo, foi recorrido a estudos bibliográficos e análises de ensaios laboratoriais e laudos técnicos disponibilizados por empresas confiáveis, além de um questionamento a moradores do edifício em questão, consultando questões de conforto térmico e visual do edifício. Com os estudos foi possível analisar parâmetros de reflectância e absorbância do ecogranito e observar que, dependendo da cor usada, tem um ótimo desenvolvimento térmico, além de baixos custos de aplicação e transporte do material, o que não ocorre com o granito, por exemplo. Outro ponto observado foi em relação ao estudo de caso. Para as necessidades dos moradores do edifício, o uso do ecogranito, associado às placas de granito já existentes na fachada, foi escolhido e adotado durante a reforma.

Palavras-chave: Ecogranito. Fachadas. Conforto térmico. Granito. Revestimentos.

ABSTRACT

This study aims to identify and analyze characteristics, properties and parameters of ecogranite, as well as its use as a coating on façades. For this, it was compared to the use of ornamental stone, granite, and its form of application in building facades. The growing interest in innovations and technology in favor of construction industry and consequent sustainability aroused the motivation for the study of the ecogranite cladding system, including material analysis and specifications in various application locations. This study was complemented with a case study: cladding for the facade of a building in Belo Horizonte, comparing ecogranite with granite. For this study, bibliographic studies and analyzes of laboratory tests and technical reports made available by reliable companies were used, in addition to a questioning of residents of the building in question, consulting issues of thermal and visual comfort of the building. With the studies it was possible to analyze reflectance and absorbance parameters of ecogranite and observe that, depending on the color used, it has an excellent thermal development, in addition to low material application and transport costs, which does not occur with granite, for example. Another point observed was in relation to the case study. For the needs of the building's residents, the use of ecogranite, associated with the existing granite slabs on the façade, was chosen and adopted during the renovation.

Keywords: Ecogranite. Facades. Thermal comfort. Granite. Coatings.

SUMÁRIO

FICHA CATALOGRÁFICA.....	2
ATA DE DEFESA	3
DEDICATÓRIA.....	4
AGRADECIMENTOS.....	5
RESUMO.....	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1. ECOGRANITO	9
2.1.1. LIMPEZA E MANUTENÇÃO.....	12
2.1.2. CONFORTO TÉRMICO.....	12
2.1.3. CONFORTO ACÚSTICO.....	13
2.2. GRANITO.....	14
2.2.1. USO DO MATERIAL.....	14
2.2.2. LIMPEZA E MANUTENÇÃO.....	15
2.2.3. CUIDADOS NA OBRA E TRANSPORTE	15
2.3. COMPARATIVO DE PREÇOS.....	16
3. METODOLOGIA DE OBTENÇÃO DE DADOS.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. ESTUDO DE CASO.....	22
5.1. REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO EDIFÍCIO FINALIZADO	23
6. CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
APÊNDICE	29
ANEXO A – Laudo porcentagem de reflectância	30
ANEXO B – Laudo de aderência à tração.....	37

1. INTRODUÇÃO

Esse trabalho tem como objetivo geral analisar as características e propriedades do ecogranito. E como objetivos específicos estudar as características do material, consultando seu principal fornecedor; analisar testes feitos com o material e seu desempenho no campo do conforto acústico e térmico; verificar como o material se comporta quando usado como revestimento em áreas molháveis.

Como estudo de caso, foi estudado o projeto de uma fachada com revestimento em ecogranito, que passou por uma análise comparativa com o granito, visto que no edifício existe uma parte da fachada revestida em granito. O condomínio precisou fazer uma reforma na edificação incluindo a fachada, e então foram considerados os dois revestimentos: granito e ecogranito.

O trabalho justifica-se pelo ecogranito se tratar de um material com inúmeras vantagens e aplicações, muitas vezes desconhecidas pelo consumidor. Além disso, tem um transporte mais simplificado em relação ao transporte de pedras naturais, o que é um ponto a ser levado em conta quando se trata do orçamento final da obra.

Um problema encontrado é que pouco se discute sobre a diversidade desse material, ou até mesmo sobre o uso deste em ambientes internos. Portanto, acredita-se que haja inúmeras vantagens para especificar esse material, e que sua versatilidade pode ser muito trabalhada por arquitetos, designers e profissionais da área.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ECOGRANITO

“O ecogranito é um material de revestimento fabricado com base em resíduos oriundos da extração do granito e do mármore, misturados à resina acrílica.” (ECOGRANITO, 2019).

Foi um material criado no Japão, devido a constantes tremores ocasionados por terremotos, havendo então a necessidade de se evitar os deslocamentos de placas dos revestimentos das edificações.

Sua forma aquosa permite a aplicação em diversas superfícies, e se popularizou muito com o uso em edifícios comerciais. É um material que proporciona diversas vantagens além dessa certa flexibilidade de adaptação. Algumas delas são:

grande variedade de cores; facilidade de manutenção e limpeza; custo-benefício bom em relação às placas de granito; dentre outras. Ou seja, é considerado um revestimento versátil e adaptável.

Conhecido também como granito ecológico, visto sua forma de extração a partir de resíduos de mármore e granitos misturados a uma resina acrílica, além de ser um material solúvel em água.

As propriedades mecânicas desse material são fortemente comparadas com a pedra de granito, se comportando como um material muito resistente a fissuras, trincas e rachaduras, principalmente quando aplicado em fachadas.

Além das propriedades ditas anteriormente, existe uma enorme gama de cores disponíveis no mercado, como nas imagens a seguir:

Figura 1 – cores diversas do material disponíveis / Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 2 - (referência da cor) / Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 3 - (referência da cor) / Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 4 - (referência da cor) / Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 5 - (referência da cor) / Fonte: Arquivo pessoal.



Figura 6 - (referência da cor) / Fonte: Arquivo pessoal.

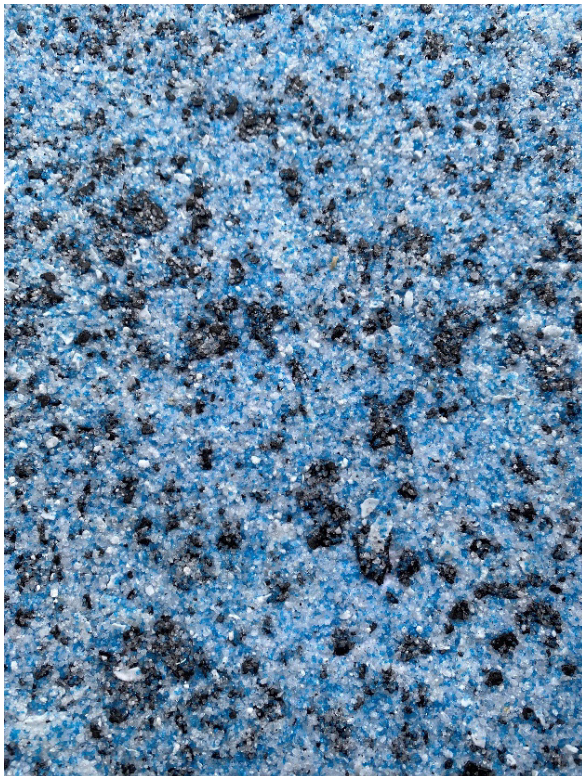
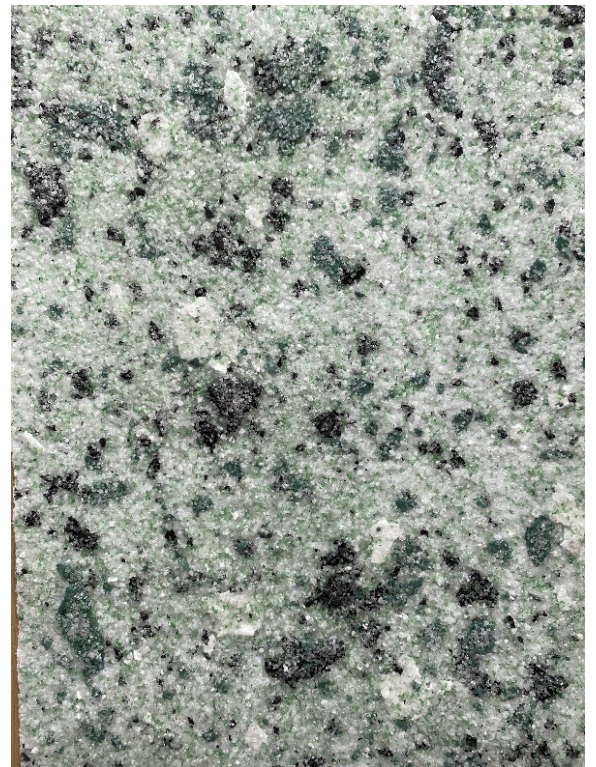


Figura 7 - (referência da cor) / Fonte: Arquivo pessoal.



2.1.1. LIMPEZA E MANUTENÇÃO

É de conhecimento geral que os edifícios estão sujeitos à diversos tipos de agentes que podem sujar ou deteriorar a superfície, a fachada do edifício.

Estudos apontam que existem dois tipos de poluição atmosférica, a decorrente de poluentes naturais ou biológicos e a decorrente de poluentes industriais. A poluição por poluentes naturais diz respeito a compostos minerais, vegetais e animais, muito presentes em regiões menos industrializadas. Já os poluentes industriais são muito comuns nos centros urbanos, pois dizem respeito aos resíduos químicos que são emitidos por grandes indústrias, por veículos automotores e, até mesmo, por aerossóis temporários (que são partículas insolúveis ao ar atmosférico).

Esses poluentes são importantes causadores de sujeiras e manchas na superfície de edifícios e construções no geral, isso porque são locais que não são acessados facilmente para ser possível manter uma manutenção regular como em outras superfícies que estão ao nosso redor.

As sujeiras em fachadas de edifícios prejudicam não só a estética, mas também no desempenho do revestimento. Por isso, é importante eu haja uma limpeza e manutenção constante desse revestimento.

O ecogranito é um material de fácil limpeza, não sendo indicado o uso de produtos de limpeza, somente água e sabão são o suficiente. As empresas indicam uma limpeza conforme necessidade do usuário.

Para realização desta limpeza são necessários equipamentos de segurança, pois geralmente são superfícies com alturas consideráveis, e podem ser facilmente encontrados no mercado da construção civil atualmente.

2.1.2. CONFORTO TÉRMICO

O conforto térmico é um ponto a ser considerado quando se trata de revestimento de fachadas, pois podem, inclusive, diminuir o uso de ar-condicionado para manter um ar mais fresco no interior da edificação.

Foram feitos testes com o ecogranito e foi observado que a cor tem uma importante influência na absorbância de calor, como ocorre em diversos materiais, e a questão de refletância do material em si.

De acordo com o laudo anexo (ANEXO A), que expõe a porcentagem de refletância do material, foi possível analisar que o ecogranito na cor preta tem, como o esperado, um menor índice de refletância que as cores mais claras. Porém o nível de refletância da cor clara, que se assemelha ao granito itaúnas, usado para análise desta pesquisa, ainda sim é considerado baixo, sem elevar a temperatura do ambiente, por exemplo.

Em contrapartida, no material de cor mais escura, foi observado um nível de absorvância maior que as amostras mais claras.

2.1.3. CONFORTO ACÚSTICO

Um outro tópico muito importante a ser considerado na escolha de um revestimento para fachadas é o conforto acústico. No estudo de caso mostrado a seguir será possível observar qual a diferença sentida pelos usuários do edifício.

A empresa fabricante do ecogranito não tem laudos comprovados, atualmente, a respeito do desempenho acústico do material. Porém é sabido que, para aplicação do ecogranito, é necessário o uso de um primer, o que confere uma nova camada funcionando como mais uma barreira acústica.

Além disso, o ecogranito é aplicado em uma superfície existente, seja de alvenaria de vedação, placas cimentícias, ou até um antigo revestimento existente na edificação. Ou seja, ele auxiliará nessa barreira acústica por ser uma camada densa, sem passagem de ar.

2.2. GRANITO

De acordo com estudos feitos sobre rochas ornamentais, foi possível observar algumas informações sobre esse tipo de rocha.

A despeito, Mattos (2002) esclarece que:

Rochas ornamentais são rochas que possuem determinadas propriedades para serem utilizadas como material para revestimento em diversas aplicações: pisos, paredes, bancadas, pias, balcões, mesas, etc. Para que uma rocha seja considerada ornamental, devem ser obedecidas duas exigências básicas:

- Apresentar beleza estética (ornamental), um padrão contínuo, ou seja, devem ser homogêneas (sem manchas ou buracos que ocorram de modo irregular) e
- Possuir características tecnológicas, índices físicos, índices de alterabilidade dentro dos padrões aceitáveis pelas normas técnicas.

Ainda afirma que:

As Rochas Ornamentais abrangem diversos tipos litológicos que podem ser extraídos em blocos ou placas e utilizados em formas variadas. Seus principais campos de aplicação incluem, principalmente, as edificações da construção civil, com destaque para os revestimentos internos e externos de paredes, pisos, colunas, soleiras, arte funerária, entre outros.

2.2.1. USO DO MATERIAL

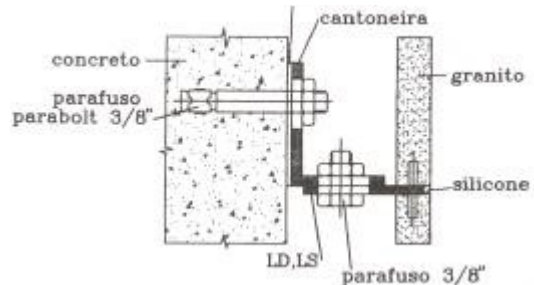
Segundo a ABIROCHAS, Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais, o termo granito (ou granite) é caracterizado por um amplo conjunto de rochas silicáticas, abrangendo várias rochas inclusive o granito.

Um material muito usado em fachadas de edifícios, é importante entender que o granito é fixado por estruturas, em sua maioria, metálicas, utilizando um sistema de ancoragem. São usados inserts metálicos, como nas imagens a seguir (figuras 8 e 9), cuja função é fixar as placas no suporte e sustentar o peso próprio do revestimento, que são muito elevados. Além disso, servem também para impedir o tombamento das placas e, também, permitir que o revestimento fique afastado da estrutura de suporte, promovendo uma circulação livre de ar.

Figura 8 – Fixação granito por inserts. / Fonte: Portal Martins Inserts.



Figura 9 – Desenho demonstração fixação por inserts / Fonte: SFIEC, em artigo sobre tecnologia de assentamento de fachadas



Outra maneira de fixar o granito na fachada é com argamassa colante e pinos metálicos para uma maior segurança, evitando o descolamento das placas.

2.2.2. LIMPEZA E MANUTENÇÃO

A limpeza de rochas é indicada com o uso de uma mistura de água e sabão neutro, evitando o uso de abrasivos químicos (como produtos de limpeza agressivos) ou físicos (como palha de aço, escovas, etc.).

Há a possibilidade de realizar a manutenção do granito por meio do polimento e, posteriormente, devolvendo o brilho à superfície polida.

2.2.3. CUIDADOS NA OBRA E TRANSPORTE

As placas de granito são muito pesadas e, por isso, devem ser cuidadosamente transportadas até a obra e armazenadas adequadamente no local da obra. Geralmente são empilhadas sobre cavaletes de madeira, envolvidos por um material impermeável, para evitar danos.

Além desse cuidado no transporte, a mão de obra deve ser especializada e cuidadosa quando for fixar as placas, a fim de evitar eventuais acidentes.

A associação ABIROCHAS também expõe referências mínimas exigidas pelas normas da ABNT em relação ao material, e estão resumidas na tabela a seguir:

Tabela 1 – Parâmetros tecnológicos para uso de rochas silicáticas em revestimentos verticais / Fonte: Guia Rochas Ornamentais, ABIROCHAS, 2009.

ANEXO AD – ROCHAS SILICÁTICAS (GRANITOS E SIMILARES) E SILICOSAS (QUARTZITOS / CHERTS E SIMILARES) EM REVESTIMENTOS VERTICAIS: PARÂMETROS TECNOLÓGICOS SUGERIDOS PARA ESPECIFICAÇÃO			
LOCAIS DE APLICAÇÃO			
PAREDES INTERNAS ⁽¹⁾		FACHADAS CONVENCIONAIS ⁽¹⁾	FACHADAS AERADAS/VENTILADAS ⁽²⁾
Molhagem Eventual	Molhagem Freqüente		
ÍNDICE DE ABSORÇÃO D'ÁGUA (%) – Normas ABNT-NBR 12766 e ASTM C97			
≤ 1,0	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4
DENSIDADE APARENTE SECA (kg/m ³) – Normas ABNT-NBR 12766 e ASTM C97			
≥ 2560 (≥ 2400)	≥ 2560 (≥ 2400)	≥ 2560 (≥ 2400)	≥ 2560 (≥ 2400)
COEFICIENTE DE DILATAÇÃO TÉRMICA LINEAR (mm/m°C) – Normas ABNT-NBR 12765 e ASTM-E228			
≤ 12,0 x 10 ⁻³	≤ 12,0 x 10 ⁻³	≤ 9,0 x 10 ⁻³	≤ 9,0 x 10 ⁻³
RESISTÊNCIA À FLEXÃO A TRÊS PONTOS (MPa) – Normas ABNT-NBR 12763 e ASTM C99			
≥ 10,34	≥ 10,34	≥ 10,34	≥ 10,34
RESISTÊNCIA À FLEXÃO A QUATRO PONTOS (MPa) – Norma ASTM C880			
≥ 8,27	≥ 8,27	≥ 8,27	≥ 8,27
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO UNIAXIAL (MPa) – Normas ABNT-NBR 12767 e ASTM C170			
≥ 131,0	≥ 131,0	≥ 131,0	≥ 131,0
<p>(1) Em paredes e fachadas sujeitas à umidade ascendente, recomenda-se impermeabilização do tardo (verso) das placas e do emboço.</p> <p>(2) As características tecnológicas exigidas para qualquer tipo de rocha, em fachadas aeradas/ventiladas, são definidas pelo projeto de revestimento das edificações, tendo-se como variáveis a resistência à flexão, a resistência a ancoragens, a dimensão individual das placas (comprimento, largura e espessura) e o número de inserts de ancoragem. Essas variáveis são inter-relacionadas e especificadas para cada obra individualmente. Pelos padrões europeus e norte-americanos, as placas de revestimento em fachadas aeradas não devem ter espessura inferior a 3,0 cm, admitindo-se 2,5 cm apenas para rochas muito compactas. Fachadas aeradas/ventiladas são de maneira geral recomendadas para revestimentos posicionados acima de 15 m de altura.</p> <p>Nota: Valores entre parênteses, grafados para densidade aparente seca, são referentes a rochas silicosas.</p>			

2.3. COMPARATIVO DE PREÇOS

Foram feitas análises comparativas de custos para a aplicação dos dois revestimentos analisados em um mesmo edifício e foram obtidos os seguintes valores:

	ECOGRANITO	GRANITO
MATERIAL	Barrica R\$ 50,53 / m ²	R\$ 440,00 / m ²
	Selador R\$ 6,65 / m ²	-
APLICAÇÃO	R\$ 30,00 a 50,00 / m ²	R\$ 60,00 / m ²
TOTAL	R\$ 87,18 a R\$ 117,18 / m ²	R\$ 500,00 / m ²

Tabela 2 – Comparativo de preços ecogranito e granito para revestimento em fachadas / Fonte: Autoral.

Como pode-se observar, o custo do uso do ecogranito é bem inferior à pedra ornamental. A pedra utilizada para análise de preços foi o granito itaúnas, muito comum na construção civil, e o ecogranito usado como base foi o cinza 110C, que se assemelha ao granito itaúnas. Porém, foi notado que o preço indefere em relação à cor do ecogranito, ou seja, o preço da barrica é o mesmo para qualquer cor do catálogo.

O granito é vendido em m² e o ecogranito vendido em barricas, que são latas de 20Kg cada. Para fins comparativos, foi considerado o rendimento de 5m² por barrica, conforme informações da fabricante Ecogranito, e o primer também é vendido em barricas de 20kg, com um rendimento de 30m². Dessa forma chegou-se a um valor de m² do material.

Em relação à mão de obra, existe uma variação considerável dependendo da empresa contratada, mas estabeleceu-se uma média dos valores presentes no mercado atual.

3. METODOLOGIA DE OBTENÇÃO DE DADOS

A abordagem metodológica da pesquisa compõe-se análise de ensaios laboratoriais disponibilizados pela empresa Ecogranito, os quais analisam a resistência de aderência à tração, exposição ao intemperismo artificial e, também, à porcentagem de refletância que, conseqüentemente, expõe o índice do conforto térmico do material.

Além dos ensaios, foram analisadas superfícies do edifício em questão com o material aplicado a fim de entender o comportamento e desempenho do ecogranito na prática. Foram feitos, também, questionamentos aos moradores do edifício sobre conforto térmico, se houve alguma reclamação ou consideração a fazer sobre o material.

O estudo bibliográfico foi muito importante durante a pesquisa, incluindo a realização de fichamentos a partir da leitura e análise de sites confiáveis da internet, estudo de caso, além de alguns artigos e livros que mencionam os materiais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise dos relatórios e laudos disponibilizados pela empresa, foi possível observar que o material, após testes de 300 a 300h de exposição ao intemperismo artificial (UV-B), não foram observadas degradações nos corpos de prova (fissuras, bolhas, e etc.). Apenas observou-se mudança de cor, um amarelamento no acabamento do material.

Portanto, é um material resistente a esse tipo de exposição, perdendo apenas em quesitos de estética do material, o que é exposto pela própria marca no boletim técnico do revestimento, alegando que *“quando aplicado em ambientes externos é passível de desbotamento em função da natureza dos pigmentos utilizados”*.

Quanto à análise à resistência de aderência à tração, foram analisados comportamentos do revestimento em critérios de resistência à tração na interface da argamassa e esquema do conjunto de camadas (revestimento, cola e pastilha). Os resultados obtidos foram:

Tabela 3 – Resultado dos testes feitos nas amostras para análise da resistência de aderência à tração do ecogranito em paredes de argamassas. Fonte: Laboratório Consultare LABCON.

Nº	Corpo de prova						Carga de Ruptura (N)	Tensão Ra (MPa)	Forma de ruptura (%)					
	d1 (mm)	d2 (mm)	dm (mm ²)	Área	Bloco	Junta			Arg	Arg./Tex.	Tex	Tex./Cola	Cola	Cola/Pastilha
1	50	50	50	1963,5			898,6	0,46			100			
2	50	50	50	1963,5			751,4	0,38			100			
3	50	50	50	1963,5			786,8	0,40			100			
4	50	50	50	1963,5			949,6	0,48			100			
5	50	50	50	1963,5			1010,4	0,51			85	15		
6	50	50	50	1963,5			1012,4	0,52			10	90		
7	50	50	50	1963,5			1043,8	0,53		50	50			
8	50	50	50	1963,5			1187,0	0,60			5	95		
9	50	50	50	1963,5			933,9	0,48			100			
10	50	50	50	1963,5			818,2	0,42			100			
11	50	50	50	1963,5			1041,8	0,53		80	20			
12	50	50	50	1963,5			1583,3	0,81			100			
Média							0,50							
Desvio Padrão							0,11							
Coefficiente de Variação (%)							22,8							

Tabela 4 - Limites de resistência de aderência à tração (Ra) para emboço e camada única exigidos pela norma NBR 13.749. Fonte: ABNT. Ensaio anexado no Laudo feito pelo laboratório LABCON.

Tabela 2- Limites de resistência de aderência à tração (Ra) para emboço e camada úmida			
Local	Acabamento	Ra (Mpa)	
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	≥0,20
		Cerâmica ou laminado	≥0,30
	Externa	Pintura ou base para reboco	≥0,30
		Cerâmica	≥0,30
Teto		≥0,20	

Foi analisado, também, o ensaio de refletância do material.

Tabela 5 - Tabela das amostras de ecogranito usadas no ensaio. Fonte: Ecogranito.

Identificação Cliente	Identificação Newtech
Eco 600 / Ecoprimer Branco	NT208121
Eco 810 / Ecoprimer Branco	NT208122
Eco 500B / Ecoprimer Preto	NT208123
Eco 600F / Ecoprimer Branco	NT208124
Eco 110C / Ecoprimer Branco	NT208125
Eco 400 / Ecoprimer Branco	NT208126
Eco 720 / Ecoprimer Branco	NT208127
Eco 400 / Ecoprimer Cinza	NT208128
Eco 730 / Ecoprimer Branco	NT208129
Eco 120D / Ecoprimer Branco	NT208130

Figura 10 - Cores dos ecogranitos usadas no ensaio. Fonte: Ecogranito. Imagem reorganizada pela autora.



Os resultados obtidos foram:

Tabela 6 - Resultados de refletância e absorbância. Fonte: Newtech.

Amostra	Refletância (%)			Absorbância*
	UV*	Vis**	Total	
NT208121	30,6	63,5	53,3	0,47
NT208122	21,9	46,5	39,0	0,61
NT208123	7,1	8,6	7,3	0,93
NT208124	27,3	56,0	47,0	0,53
NT208125	35,6	72,6	61,0	0,39
NT208126	27,5	43,8	36,8	0,63
NT208127	17,1	33,4	28,1	0,72
NT208128	28,7	49,1	41,2	0,59
NT208129	13,6	24,3	20,4	0,80
NT208130	26,0	54,8	46,1	0,54

Em relação ao granito, usado em fachadas, foi possível compreender que é um material muito usado ainda, com a defesa de ser altamente resistente e custo de mão de obra acessível, devido à popularidade das técnicas de aplicação deste.

Porém, alguns problemas com o uso do granito podem ser destacados, são eles: custo maior com o transporte do material; mão de obra especializada e de custo considerável por se tratar de peças recortadas sob medida e, conseqüentemente, decisivas no posicionamento da fachada; cuidado maior com o armazenamento destas peças em obra, podendo ter um prejuízo grande com quaisquer acidentes.

Além disso, é possível identificar um problema de conforto térmico, promovendo o aumento de temperatura no ambiente interno. Inclusive, por ter essa característica, o granito também é muito usado em fachadas aeradas, ou seja, quando a pedra é fixada por estruturas metálicas posicionadas de forma afastada da fachada, promovendo um fluxo de ventilação que ameniza a situação do conforto térmico, uma vez que proporciona uma corrente de ar entre a pedra e a superfície externa da edificação.

5. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso em questão é a reforma de um edifício localizado em Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais, o qual foi questionado o uso do ecogranito ou do granito para revestimento da fachada em uma reforma realizada.

Figura 11 - Foto do edifício antes da reforma. Fonte: Google Maps.



A reforma foi necessária devido a problemas com descolamento das pastilhas existentes e, também, a fim de revitalizar a fachada do edifício.

Foi contratada uma empresa de reformas prediais e a consultoria de um arquiteto para opinar a respeito das cores e tons a serem usados, tanto de tintas quanto do revestimento da fachada em si.

Foram consideradas duas técnicas de revestimento, o uso do ecogranito e do granito, uma vez que já existia a pedra em alguns pontos da fachada. A partir de análises e discussões sobre o revestimento, o custo do ecogranito e vantagens técnicas foi decisiva para a escolha.

Foi aplicada então o ecogranito nas cores cinza e branco, mantendo o granito preto existente em alguns pontos. A seguir fotos do processo:

Figura 12 – Imagem 3D do projeto. Fonte: Autoral.



Figura 13 - Foto do edifício após a reforma. Fonte: Autoral. Figura 14 - Foto do edifício após a reforma. Fonte: Autoral.



5.1. REGISTROS FOTOGRÁFICOS DO EDIFÍCIO FINALIZADO

Figura 15 - Foto do edifício após a reforma. Fonte: Autoral.



Figura 16 - Foto do edifício após a reforma. Fonte: Autoral.



Figura 17 - Foto do edifício após a reforma. Fonte: Autoral.



Figura 18 - Foto do edifício após a reforma. Fonte: Autoral.



Figura 19 - Foto do edifício após a reforma. Fonte: Autorial.

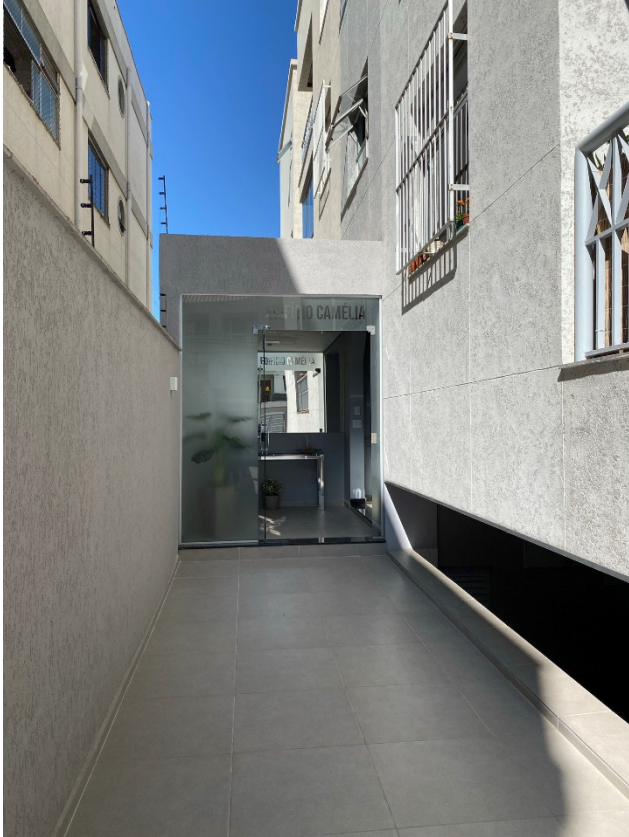


Figura 20 - Foto do edifício após a reforma. Fonte: Autorial.



Figura 21 - Foto do edifício após a reforma. Fonte: Autorial.



6. CONCLUSÕES

Com as pesquisas e análises feitas e descritas neste artigo, é possível concluir que o ecogranito é uma boa opção para ser usado em revestimento de fachadas, como é o caso do edifício em análise.

Analisando o ensaio de determinação de percentagem de reflectância é possível identificar características relacionadas ao conforto térmico do material, principalmente associando à cor, uma vez que o ecogranito tem diversas cores disponíveis.

Foi observado que a absorvância do material está de acordo com a norma ASTM E903 – 2012, a qual determina um método de medição de reflectância e parâmetros mínimos a serem seguidos, apresentando coeficientes (α) de:

$\alpha \leq 0,3$ – cor clara

$\alpha \leq 0,5$ – cor média

$\alpha \leq 0,7$ – cor escura

Conclui-se então que a absorvância do material está dentro do parâmetro estabelecido, ou seja, a faixa de calor / radiação absorvida pelo material está dentro do limite estabelecido pela norma.

Porém uma cor específica, que é o Eco 500B, associado ao Ecoprimer preto NT 208123, está fora do limite máximo indicado pela norma. Tal fato se dá pela coloração preta. E é um fenômeno que também acontece na pedra granito de cores escuras.

No que diz respeito à resistência à tração do Ecogranito, a partir da análise do ensaio feito em laboratório (ANEXO B), podemos concluir que o material tem a resistência mínima exigida pela norma NBR 13.749. Foram analisadas 12 amostras do material, em revestimento externo e todas as amostras tiveram resistência superior à exigida pela norma.

As conclusões gerais desse trabalho se deram acerca do fato de que o ecogranito tem uma vantagem econômica e sustentável que se destaca diante do granito. A questão estética está totalmente aceita pelos usuários, alegando até mesmo uma facilidade na manutenção da fachada. A versatilidade observada também influencia na escolha desse revestimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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. UFMG, Belo Horizonte, 2016.

MAGRIS, G; MARTINS, J. Análise comparativa de revestimentos em fachadas com utilização de granito e ecogranito. Trabalho de conclusão de graduação em Engenharia Civil. João Monlevade. 2019.

RODRIGUES, E. VOCÊ conhece o ecogranito?. Belo Horizonte, 23 ago. 2016. Disponível em: <http://www.dicadaarquitectura.com.br/2016/08/voce-conhece-o-ecogranito.html>. Acesso em: 25 fev. 2021.

ECOGRANITO. Informações técnicas. Contagem, MG. Disponível em: <https://ecogranito.com.br/informacoes-tecnicas/>. Acessado em: 25 fev. 2021.

SOUZA, L. Escolha da fachada de um edifício em belo horizonte: um estudo de caso sobre o ecogranito e o porcelanato aerado. 2019. Belo Horizonte, MG. Monografia de curso de especialização. UFMG. Acessado em: 20 dez. 2020.

MARTINS LOCAÇÕES. 12 materiais recicláveis para a sua construção sustentável. Disponível em: https://www.locacoesmartins.com.br/12-materiais-reciclavéis-e-sustentáveis/#2_Ecogranito. Distrito federal, BR. Acessado em: 25 fev. 2021.

ELEVARE ACABAMENTOS. Venha conhecer todas as vantagens do ECOGRANITO. 3 mai. 2020. Disponível em: <https://elevareacabamentos.com.br/venha-conhecer-todas-as-vantagens-do-ecogranito/>. Acessado em: 20 dez. 2020.

ROCHA, C. Mapa da obra. Vantagens e desvantagens do ecogranito. A tecnologia desenvolvida pelo revestimento possui características superiores a qualquer tipo de material do nicho. 26 mar. 2020. Disponível em: <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/ecogranito/>. Acessado em: 25 de. 2020.

JORNAL CRUZEIRO DO SUL. Conheça a praticidade e versatilidade do ecogranito. 20 dez. 2020. Disponível em: <https://www.jornalcruzeiro.com.br/suplementos/casa-e-acabamento/conheca-a-praticidade-e-versatilidade-do-ecogranito/>. Acessado em: 25 fev. 2021.

MATTOS, I. Cartilha de aplicação de rochas ornamentais Uso, adequação e aplicação de rochas ornamentais na construção civil. Fortaleza, Ceará, 2002. Parte 1. Disponível em:

http://www.sfiec.org.br/sindicatos/simagran/artigos_palestras/Uso_Adequacao1.htm. Acessado em: 20 mar. 2021.

ROCHA, Carla. Vantagens e desvantagens do ecogranito. Brasil, 2020. Disponível em: < <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/ecogranito/>>. Acessado em: 06 de junho de 2021.

MARTINS INSERTS. Montagens do sistema de inserts para granito. Disponível em: <<https://www.martinsinserts.com.br/montagem-inserts-para-granito>>. Acessado em: 06 de junho de 2021.

FILHO, Cid Chiodi; RODRIGUES, Eleno de Paula. Guia de aplicação de rochas em revestimentos. São Paulo, 2009. Disponível em <https://abirochas.com.br/wp-content/uploads/2019/04/Livro_Guia_de_Aplicacao_de_Rochas_14_04_2019_compressed.pdf>. Acessado em: 10 de junho de 2021.

SOUZA, Júlio César de ; LIRA, Belarmino Barbosa. Tecnologia de assentamento de fachadas, projeto e ensaios tecnológicos para inserts metálicos. Disponível em: <http://www.sfiec.org.br/sindicatos/simagran/artigos_palestras/TECNOLOGIA_DE_ASSENT.htm>. Acessado em: 10 de julho de 2021.

APÊNDICE

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO FEITO AOS USUÁRIOS:

1) Quando foi estudado o caso da reforma, cogitou-se o uso do granito?

Sim, pensamos em fazer a fachada frontal do prédio em granito.

2) Porque o ecogranito foi escolhido?

Diante das possibilidades financeiras do condomínio, o granito se tornava inviável, pois estava acima do orçamento.

3) Quanto tempo durou a obra?

A obra toda durou cerca de 10 meses, mas isso porque tivemos que parar a obra por um tempo devido à pandemia.

4) Após a reforma, observaram alguma mudança no conforto térmico dos apartamentos e hall de entrada?

Sim, consideravelmente. Antes o prédio era revestido de pastilhas cerâmicas, e parecia que o revestimento retinha bastante calor. A mesma fachada hoje, após a aplicação do ecogranito, não esquenta tanto como antes. A cor escolhida também favoreceu no hall de entrada do edifício, que recebe grande incidência solar. Ficou mais fresco.

Os quartos estão mais frescos, sem tanto calor no período da tarde, por exemplo.

5) Perceberam alguma mudança nos ruídos percebidos de dentro dos apartamentos?

Não houve mudança em relação a isso. Não percebemos nenhum aumento de ruídos vindo da rua.

Fonte: Elaborado pela autora.

ANEXO A – Laudo porcentagem de reflectância



Newtech - Assessoria, Consultoria e Prestação de Serviços S/S Ltda.
 Rua Geminiano Costa, 959 – Centro – CEP 13.560-641
 Rua D. Pedro II, 676 - Vila Monteiro – CEP 13.560-320
 São Carlos - SP
www.labnewtech.com.br

Telefone: (16) 3412-9292 (Comercial) / 3412-9191 (Técnica)

Este documento cancela e substitui o relatório anterior de mesmo número. 21/09/2020 – Revisão 1.
 Motivo: correção do nome do cliente e do texto no item 3.1.c.

Cliente: **ECOGRANITO INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.**
 Av. Severino Ballesteros Rodrigues, 1589 – Bairro da Ressaca
 CEP: 32110-005 - Contagem – MG
 Sra. Ingrid Amélia
 (31) 3342-3000 / ingrid@ecogranito.com.br

Nº Orçamento ou contrato: 10512-20 Revisão 1
 Data realização do serviço: 08/09/2020 a 16/09/2020

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº RNT5304/2020 Revisão 1

1 – OBJETIVO DO SERVIÇO:

Realizar ensaio de determinação da porcentagem de reflectância em dez amostras, segundo procedimento apresentado na norma ASTM E903:2012.

2 – IDENTIFICAÇÃO DAS AMOSTRAS:

Tabela 1: Identificação das amostras

<i>Identificação Cliente</i>	<i>Identificação Newtech</i>	<i>Data Recebimento</i>
Eco 600 / Ecoprimer Branco	NT208121	
Eco 810 / Ecoprimer Branco	NT208122	
Eco 500B / Ecoprimer Preto	NT208123	
Eco 600F / Ecoprimer Branco	NT208124	
Eco 110C / Ecoprimer Branco	NT208125	
Eco 400 / Ecoprimer Branco	NT208126	04/09/2020
Eco 720 / Ecoprimer Branco	NT208127	
Eco 400 / Ecoprimer Cinza	NT208128	
Eco 730 / Ecoprimer Branco	NT208129	
Eco 120D / Ecoprimer Branco	NT208130	

Nota: A amostragem relativa a este relatório é de responsabilidade do cliente. As amostras serão armazenadas na Newtech pelo período de dois meses quando serão descartadas ou devolvidas ao cliente se solicitado pelo mesmo. Os documentos dos resultados gerados na execução do serviço ficarão armazenados na Newtech pelo período de cinco anos a partir desta data. Quando necessário, há subcontratação de ensaios.



Figura 1: Amostras no estado de fornecimento.

3 – METODOLOGIA:

3.1 Determinação da Percentagem de Reflectância

3.1.a - Normas de Referência:

ASTM E903:2012 – “Standard Test Method for Solar Absorptance, Reflectance, and Transmittance of Materials Using Integrating Spheres”.

3.1.b - Condições de ensaio:

Corpos de prova enviados pelo cliente.

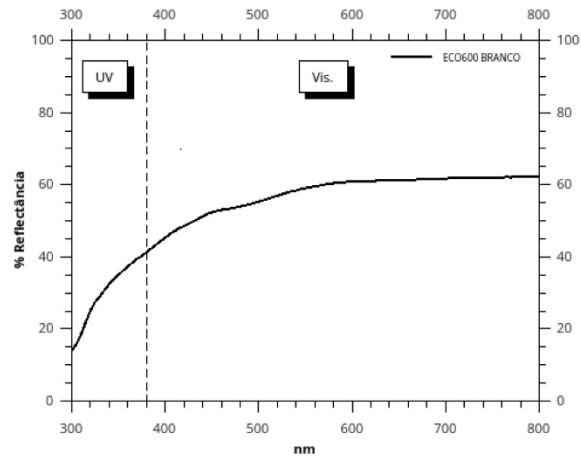
Quantidade de corpos de prova: 01

Equipamento: Espectrofotômetro com esfera integradora SHIMADZU® UV 2600 modelo ISR 2600

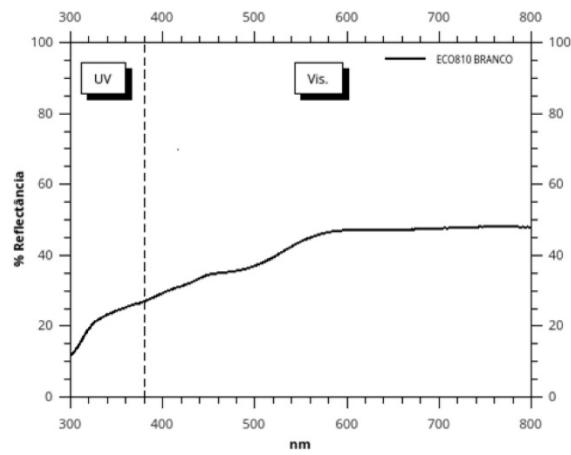
3.1.c - Resultados:

A seguir encontram-se os resultados das análises feitas em forma de espectros de porcentagem de reflectância versus comprimento de onda e uma tabela de porcentagem de reflectância para as regiões de ultravioleta, visível, reflectância total e Absorbância Total para cada amostra.

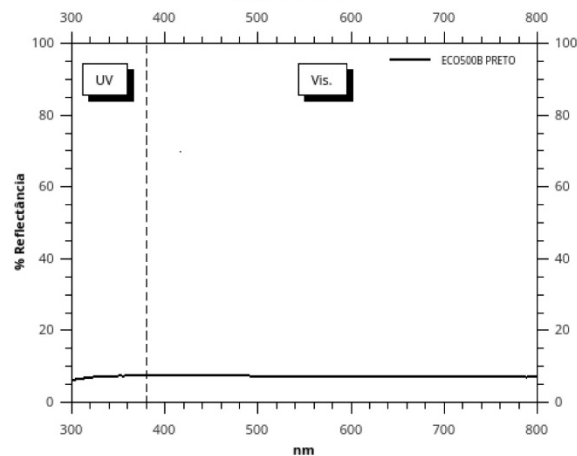
No gráfico da Figura 2, apresentam-se os espectros nas regiões do ultravioleta (UV) e do visível (Vis.) das amostras de texturas listadas com os códigos: NT208121, NT208122, NT208123, NT208124, NT208125, NT208126, NT208127, NT208128, NT208129 e NT208130.



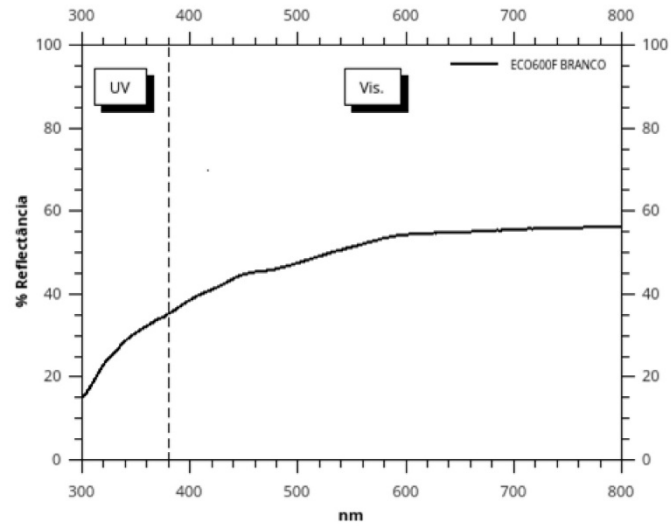
NT208121



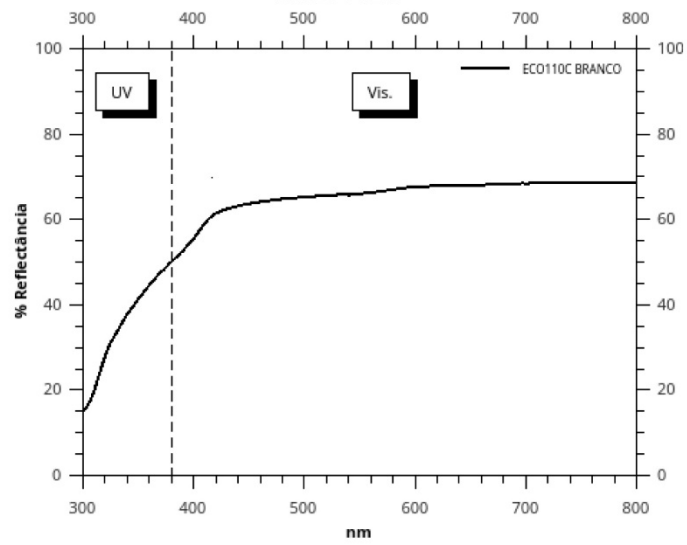
NT208122



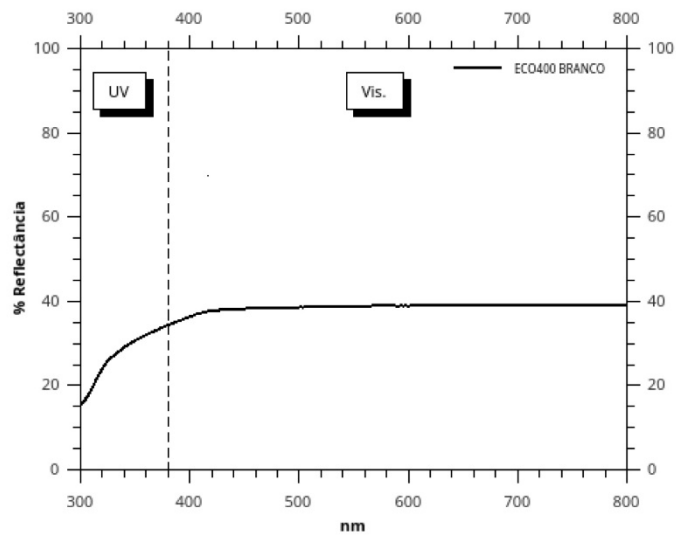
NT208123



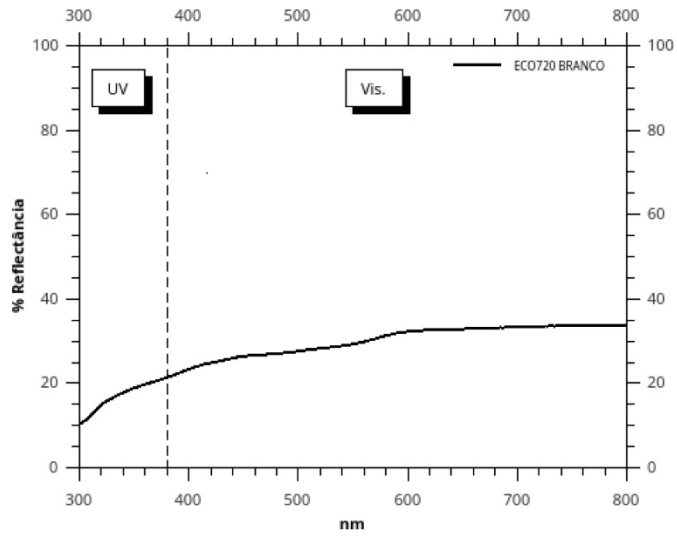
NT208124



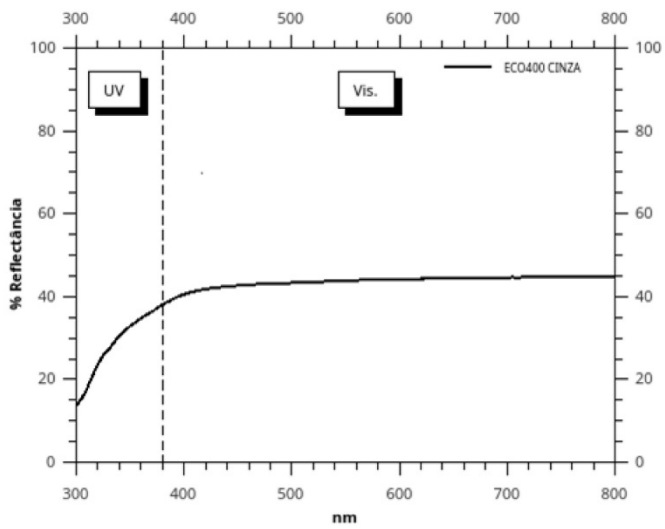
NT208125



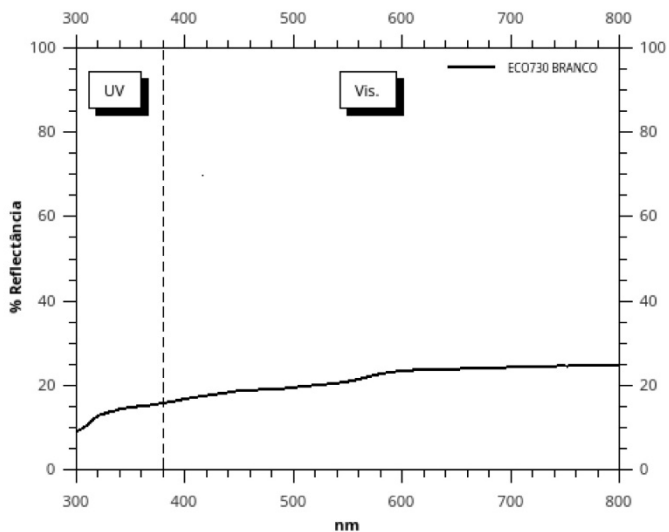
NT208126



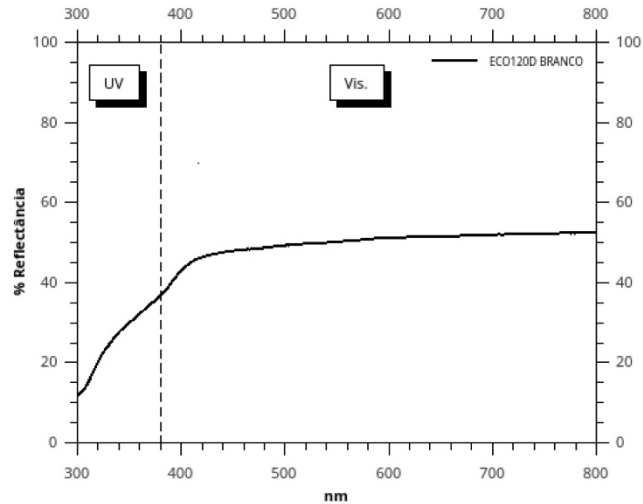
NT208127



NT208128



NT208129



NT208130

Figura 2: Espectros nas regiões do ultravioleta (UV) e do visível (Vis.)

Na Tabela 2 são apresentados os dados de porcentagem de Reflectância (%R) para cada amostra nas regiões do UV, Visível, Reflectância Total e Absorbância Total.

Tabela 2: Resultados de reflectância e absorbância

Amostra	UV*	Reflectância (%)		Total	Absorbância*
		Vis**	Total		
NT208121	30,6	63,5	53,3	0,47	
NT208122	21,9	46,5	39,0	0,61	
NT208123	7,1	8,6	7,3	0,93	
NT208124	27,3	56,0	47,0	0,53	
NT208125	35,6	72,6	61,0	0,39	
NT208126	27,5	43,8	36,8	0,63	
NT208127	17,1	33,4	28,1	0,72	
NT208128	28,7	49,1	41,2	0,59	
NT208129	13,6	24,3	20,4	0,80	
NT208130	26,0	54,8	46,1	0,54	

*UV: radiação ultravioleta

**Vis: Radiação visível

*Abs. = $1 - (\%R_{Total}) / 100$



4 – CONCLUSÕES E/OU RECOMENDAÇÕES:

Nas medidas espectroscópicas nas regiões do UV e Visível foi possível determinar as porcentagens de reflectância nas duas regiões do espectro e da porcentagem total. Pelos valores obtidos pode-se mensurar a reflectância e absorvância de cada amostra analisada.

São Carlos, 17 de setembro de 2020.

Eng. Dr. Miguel Luis de Souza

Responsável técnico

CREA: 0605056757

miguel@labnewtech.com.br

Nota: Os resultados obtidos somente se referem ao(s) material (is) ensaiado(s), nas condições especificadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra. A reprodução parcial requer aprovação formal deste laboratório. A Newtech não é responsável pelo uso ou interpretações indevidas que se possam fazer deste documento.

-----FIM DO RELATÓRIO-----

ANEXO B – Laudo de aderência à tração



Revestimento de Paredes de Argamassas Inorgânicas - Textura

REAPAI-SC ECOG 0120-R00

Ensaio de Resistência de aderência à tração

GES Nº 1082

1. Dados do solicitante

Nome da Empresa: Ecogranito Indústria e Comércio
Nome da Obra: Ecogranito Indústria e Comércio
Endereço da obra: Avenida Severino Ballesteros Rodrigues, 1589 - Bairro: Ressaca - CEP: 32110-005 - CONTAGEM

2. Metodologias e Normas ABNT aplicadas ao ensaio

NBR 13528-2 2019 Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas — Determinação da resistência de aderência à tração Parte 2: Aderência ao substrato

3. Amostragem

Data do Revestimento: Não especificado **Data da Colagem das Peças:** 18/06/2020
Data da Aplicação da Carga: 22/06/2020 **Idade do Revestimento:** Mais de 28 dias
Tipo de Substrato/base: () Bloco cerâmico () Bloco de concreto () Estrutura de concreto (x) Emboço
Condições de Umidade do CP: () Úmido (x) Seco
Local de Aplicação: Fachada da cobertura
Parede: (x) Externa () Interna
Tipo de Argamassa do Emboço: (x) Cimento () Mista () Industrializada
Traço: Não se aplica
Fabricante: Ecogranito
Tipo de aplicação da argamassa: (x) Manual () Mecânica

Adições, desvios ou exclusões:

4. Preparo e Ensaio das Amostras

Atividade	Equipamento	Local da Realização
Corte	Furadeira Bosh - Modelo: GSB - 13 RE / Serra de Corte Circular - Makita	Laboratório Interno
Ensaio de Tração	Alfa - Modelo: 3105 C - Certificado de Calibração: 1118556	Laboratório Interno
Atividade	Materiais	Local da Realização
Colagem das Placas	Sikadur 31 - Marca: Sika	In loco

5. Observações Gerais

Observação: O ensaio de determinação da resistência de aderência à tração foi realizado em um revestimento com acabamento texturizado.
Reprodução/autorização: Os resultados contidos neste documento têm significação restrita e e aplicam somente à amostra analisada. A reprodução do documento só poderá ser feita integralmente e sem nenhuma alteração. Utilizar para outros fins somente com autorização da Consultare Lab.Con.

6. Expressão dos Resultados

N°	Corpo de prova						Carga de Ruptura (N)	Tensão Ra (MPa)	Forma de ruptura (%)						
	d1 (mm)	d2 (mm)	dm (mm²)	Área	Bloco	Junta			Arg	Arg./ Tex.	Tex	Tex./ Cola	Cola	Cola/ Pastilha	
1	50	50	50	1963,5			898,6	0,46			100				
2	50	50	50	1963,5			751,4	0,38			100				
3	50	50	50	1963,5			786,8	0,40			100				
4	50	50	50	1963,5			949,6	0,48			100				
5	50	50	50	1963,5			1010,4	0,51			85	15			
6	50	50	50	1963,5			1012,4	0,52			10	90			
7	50	50	50	1963,5			1043,8	0,53		50	50				
8	50	50	50	1963,5			1187,0	0,60			5	95			
9	50	50	50	1963,5			933,9	0,48			100				
10	50	50	50	1963,5			818,2	0,42			100				
11	50	50	50	1963,5			1041,8	0,53		80	20				
12	50	50	50	1963,5			1583,3	0,81			100				
Média							0,50								
Desvio Padrão							0,11								
Coefficiente de Variação (%)							22,8								

Formas de Ruptura

Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência à tração para um sistema de revestimento sem chapisco e esquema do conjunto de camadas (revestimento, cola e pastilha).

Forma A: Ruptura na argamassa;

Forma E: Ruptura na interface cola;

Forma B: Ruptura na interface argamassa / Textura;

Forma F: Ruptura na interface cola / pastilha;

Forma C: Ruptura na Textura;

Forma D: Ruptura na interface Textura / cola;

Tabela 2- Limites de resistência de aderência à tração (Ra) para emboço e camada úmida

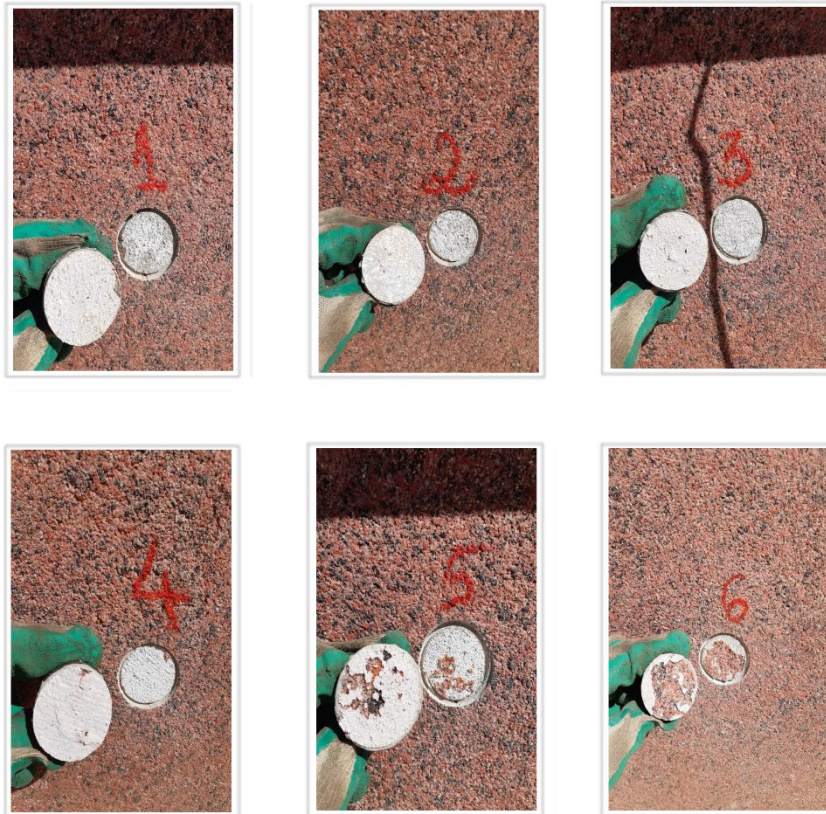
Local		Acabamento	Ra (Mpa)
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	≥0,20
		Cerâmica ou laminado	≥0,30
	Externa	Pintura ou base para reboco	≥0,30
		Cerâmica	≥0,30
Teto			≥0,20

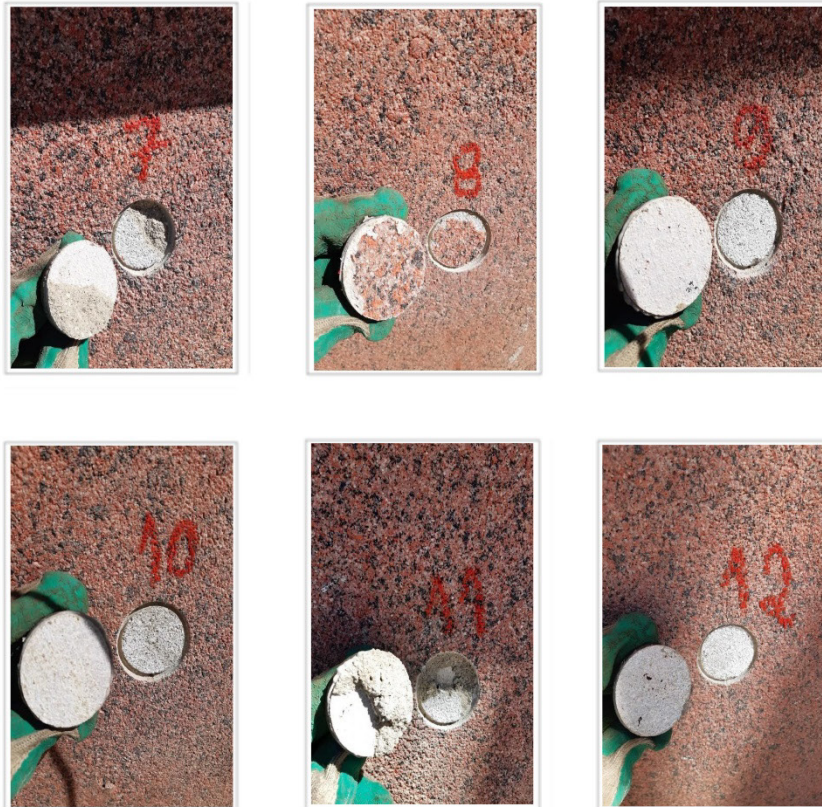
7. Referência Normativa

Critério utilizado para conclusão do ensaio:

Sempre que a fiscalização julgar necessário, devem ser realizados ou solicitados ao laboratório especializado a execução de ensaios de resistência de aderência à tração, conforme ABNT NBR 13528, em pontos escolhidos aleatoriamente, a cada 100 m² ou menos da área suspeita. O revestimento desta área deve ser aceito se de cada grupo de 12 ensaios realizados (com idade igual ou superior a 28 dias) pelo menos oito valores forem iguais ou superiores aos indicados na Tabela 2. Não são especificados critérios de resistência de aderência à tração de rebocos, pois seu desempenho pode não estar necessariamente associado a esta característica.

8. Registros Fotográficos do Processo de Arrancamento





Belo Horizonte, quinta-feira, 25 de junho de 2020



Fábio de Melo Leonel
Engenheiro Civil / CREA 91017