



FACULDADE ARI DE SÁ
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOÃO INÁCIO FERNANDES LOIOLA

REVESTIMENTO INTELIGENTE: ECOGRANITO

FORTALEZA

2022

JOÃO INÁCIO FERNANDES LOIOLA

REVESTIMENTO INTELIGENTE: ECOGRANITO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Faculdade Ari de Sá, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Emmanuelle de Oliveira Sancho.

FORTALEZA

2022

**ATA DA SESSÃO DE APRESENTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
PERANTE BANCA EXAMINADORA**

Aos 02 dias do mês de fevereiro de 2022, às 9 h e 20 minutos, em sessão pública, na Faculdade Ari de Sá, na presença da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso, presidida pelo Professor **Dr.ª Emmanuelle de Oliveira Sancho**, e composta pelos Professores **Me. Leonardo Tavares** e **Me. Edmilson Queiroz dos Santos Filho**, membros da Banca Examinadora, o(a) aluno (a) **João Inácio Fernandes Loliola**, apresentou o trabalho de Conclusão de Curso "REVESTIMENTO INTELIGENTE: ECOGRANITO" como requisito curricular indispensável para a integralização do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil.

Após a exposição do(a) aluno(a), arguição da banca examinadora e as considerações pertinentes, os membros da Banca Examinadora reuniram-se e atribuíram ao trabalho a seguinte resultado:

(X) Aprovado, com nota final 8,0.

() Aprovado com reformulações, com nota final _____.

Reformulações - _____

() Reprovado.

Nada mais havendo a tratar, lavrou-se a presente ata que vai por todos assinada.

Dr.ª Emmanuelle de Oliveira Sancho, Orientador: Emmanuelle de Oliveira Sancho

Me. Leonardo Tavares de Souza, Membro da Banca Examinadora: LTAV

Me. Edmilson Queiroz dos Santos Filho, Membro da Banca Examinadora: Edmilson Queiroz dos Santos Filho

João Inácio Fernandes Loliola, Aluno: João Inácio Fernandes Loliola

RESUMO

Desde a pré-história o homem modifica o ambiente para o seu melhor conforto e é com base nessa premissa que a Construção Civil também evoluiu para proporcionar conforto e praticidade no dia a dia das pessoas. Atualmente a Construção Civil é uma das indústrias que mais cresce no mundo, mas também é a que mais polui. Por isso, a indústria da Construção Civil vem tentando se renovar para ser ecologicamente mais correta, dar um melhor destino a seus resíduos ou até diminuí-los. O uso de materiais reciclados ou de resíduos na Construção Civil vem se tornando frequente, com base nisso foi criado o revestimento inteligente de granito, que utiliza restos da mineração do granito, dando assim um melhor destino a esse material que iria ser descartado. O presente estudo abordou a importância do revestimento inteligente para o desenvolvimento de uma engenharia mais sustentável, com o foco especial no revestimento inteligente. Sendo assim, teve como objetivo geral estudar a potencialidade do revestimento inteligente, para desenvolver maior sustentabilidade na Construção Civil. Tratou-se de uma pesquisa bibliográfica, realizada com o auxílio de informações contidas em livros, artigos científicos disponíveis em bases de dados eletrônicas e outros trabalhos de natureza acadêmica, inclusive no que diz respeito a comparação do ensaio de resistência à tração do revestimento externo cerâmico, com o revestimento de inteligente de granito, verificando a aderência de ambos ao substrato. A literatura evidenciou que o revestimento inteligente de granito além de ser flexível e de fácil aplicação, também se mostra muito resistente, uma vez que ele passa pelo teste de arrancamento com uma resistência acima da média de outros revestimentos, além de poder contornar as formas das edificações com mais facilidade, sem a necessidade da perda de material, ou de ajustes. Os dois revestimentos mostraram resultados parecidos nos ensaios de resistência a tração, mas com uma resistência pouco maior no revestimento inteligente.

Palavras-chave: Construção Civil. Revestimento Inteligente. Ecogranito.

ABSTRACT

Since prehistory, man has modified the environment for his best comfort and it is based on this premise that Civil Construction has also evolved to provide comfort and practicality in people's daily lives. Currently, Civil Construction is one of the fastest growing industries in the world, but it is also the one that pollutes the most. Therefore, the Civil Construction industry has been trying to renew itself to be more ecologically correct, give a better destination to its waste or even reduce it. The use of recycled materials or waste in Civil Construction is becoming frequent, based on this, the intelligent granite coating was created, which uses granite mining remains, thus giving a better destination to this material that would be discarded. The present study addressed the importance of smart coating for the development of more sustainable engineering, with a special focus on smart coating. Therefore, the general objective was to study the potential of smart coating, to develop greater sustainability in Civil Construction. It was a bibliographical research, carried out with the help of information contained in books, scientific articles available in electronic databases and other works of an academic nature, including the comparison of the tensile strength test of the ceramic external coating. , with the smart granite coating, checking the adhesion of both to the substrate. The literature has shown that the smart granite coating, in addition to being flexible and easy to apply, is also very resistant, since it undergoes the pullout test with a resistance above the average of other coatings, in addition to being able to circumvent the shapes of the buildings more easily, without the need for material loss or adjustments. The two coatings showed similar results in the tensile strength tests, but with a little higher strength in the smart coating.

Keywords: Construction. Smart Coating. Ecogranite.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Catálogo de cores Ecogranito	15
Figura 2 – Misturador horizontal.....	16
Figura 3 – Ensaio de resistência à tração.....	18
Figura 4 – Placas de cerâmica após o rejuntamento.....	19
Figura 5 – Disposição do revestimento cerâmico.....	20
Figura 6 – Aplicação do revestimento	21
Figura 7 – Teste de resistência à tração - cerâmica	23
Figura 8 – Teste resistência à tração - cerâmica	23
Figura 9 – Amostras do teste de arrancamento - revestimento.....	24

LISTA TABELAS

Tabela 1 – Resultados do revestimento inteligente	22
Tabela 2 – Resultados do revestimento inteligente	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	09
2	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo geral	11
2.2	Objetivos específicos	11
3	REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1	Rochas ornamentais	12
3.2	Extração de rochas ornamentais	13
3.3	Revestimento inteligente de granito	14
3.3.1	<i>Produção do revestimento inteligente de granito</i>	16
3.4	Revestimento cerâmico	17
3.5	Ensaio de resistência à tração	17
4	METODOLOGIA	19
4.1	Revestimento cerâmico	19
4.2	Revestimento inteligente	20
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1	Revestimento cerâmico	22
5.2	Revestimento inteligente	23
5.3	Análise dos resultados	25
6	CONCLUSÃO	26
	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

Desde a pré-história o homem tem transformado matérias primas como: pedras, barro, pele, lã, trigo, etc., em produtos úteis à sua sobrevivência. A indústria da construção civil é uma das atividades mais antigas de que se tem conhecimento, sendo executada desde os primórdios da humanidade, mesmo que de forma artesanal. Atualmente representa uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento econômico e social, embora também seja responsável pela geração de uma grande quantidade de resíduos e pelo uso de recursos naturais oriundos de fontes não renováveis, consumindo entre 20% e 50% de todos os recursos naturais disponíveis no planeta (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

Diariamente no Brasil são coletadas cerca de 180 mil toneladas resíduos sólidos urbanos, e estima-se que desse total, cerca de 50% sejam oriundos da construção civil. Estas estatísticas estão em constante crescimento, pois com o avanço dessa indústria, a produção de resíduos tende a aumentar (IPEA, 2020).

A urbanização acelerada desencadeou um adensamento das cidades e, conseqüentemente, um crescimento das atividades da indústria da construção civil, alcançando índices alarmantes, inclusive no que se refere ao desperdício de materiais inertes como areia, cascalho, ou pedras, que são fornecidos por meio de extração. A extração destes recursos modifica paisagens e muda geografias, introduzindo problemas ambientais em tais paisagens, provocando assim instabilidades ambientais (IPEA, 2020).

Durante eventos como a ECO-92, houve um destaque para a necessidade de se implementar um sistema adequado de gestão de resíduos sólidos. Outra solução para este problema de acúmulo de resíduos sólidos seria o da reciclagem ou reaproveitamento destes resíduos em canteiros de obras, tentando assim aproximar a indústria da construção civil do desenvolvimento sustentável (ECO, 1992)

As rochas ornamentais como granito e mármore, entre outras, são usadas para a confecção de pias, pisos e revestimentos, embelezamento de fachadas de casas, prédios, altares e túmulos. Na extração e tratamento como polimento deste tipo de material ocorre a perda de aproximadamente 80% da rocha original. Tal perda é descartada pela empresa, gerando um maior impacto ao meio ambiente (SUGIMOTO *et al.*, 2000).

Pensando em soluções alternativas de desenvolvimento sustentável foi desenvolvido o ecogranito ou granito ecológico, que é um tipo de revestimento inteligente, resistente e flexível que pode ser utilizado em diversas superfícies, garantindo um visual mais atrativo para a edificação. Esta tecnologia desenvolvida e patenteada no Japão surgiu devido aos

grandes tremores ocasionados por terremotos. Estes tremores quebravam com muita facilidade os revestimentos colocados nas fachadas das edificações, criando assim a necessidade de um revestimento que fosse resistente e flexível, que conseguisse resistir os movimentos que os terremotos causavam nas edificações (ECOGRANITO, 2019)

Foi quando seu inventor, o Engenheiro Químico Hiromichi Kano, desenvolveu este revestimento inteligente, o granito ecológico ou ecogranito uma solução tecnológica para evitar os deslocamentos das placas de granito, que estavam como revestimento da edificação, além disso a tecnologia é ecologicamente correta, pois usaria o granito que seria descartado pelas mineradoras e pelas empresas que fazem o refinamento do material, sendo assim também uma solução ecologicamente correta (ECOGRANITO, 2019).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este trabalho aborda a importância do revestimento inteligente para o desenvolvimento de uma engenharia mais sustentável, com o foco especial no revestimento inteligente. Sendo assim, tem como objetivo geral estudar a potencialidade do revestimento inteligente, para desenvolver maior sustentabilidade na Construção Civil.

2.2 Objetivos específicos

- Comparar o uso do revestimento inteligente, em relação a sustentabilidade;
- Apresentar as vantagens e desvantagens das pedras ornamentais;
- Demonstrar a fabricação do revestimento inteligente;
- Comparar o Revestimento Inteligente com o Revestimento Cerâmico.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta pesquisa é sobre um revestimento feito com uma resina aquosa e restos de mineração de granito, dando uma aparência final de granito escovado ao revestimento. Sua história começa no Japão a 25 anos atrás, onde o Engenheiro Químico Hiromichi Kano viu a necessidade de desenvolver um revestimento que fosse resistente, flexível, ecologicamente correto e de baixo custo.

Apresentar o produto como uma alternativa de revestimento sustentável, um material que tem a proposta de redução da quantidade de resíduos da construção civil, usando restos da mineração do granito como o seu principal composto, diminuindo impactos ambientais causados pela extração da pedra ornamental e diminuindo os custos da aplicação deste material nas fachadas dos edifícios, imitando o concreto em sua forma bruta.

Também serão abordadas as técnicas empregadas pelo Engenheiro Químico Hiromichi Kano para a concepção deste revestimento, os testes realizados pela equipe da ECOGRANITO, aqui no Brasil, para atestar como o revestimento se comportaria nas condições climáticas do País. A pesquisa também irá ressaltar as vantagens e as desvantagens desse revestimento argamassado.

3.1 Rochas Ornamentais

As rochas ornamentais e de revestimento abrangem diversos tipos de rochas que podem ser extraídos da natureza, em forma de blocos ou de placas, que podem ser cortados de diversas maneiras e aplicados tanto em revestimento de áreas externas, quanto de revestimento de áreas internas.

De acordo com a NBR 15012, as rochas ornamentais são definidas como material pétreo utilizado em revestimentos internos e externos, estruturas, elementos de composição arquitetônica, decoração, mobiliário e arte funerária. Comercialmente as rochas ornamentais mais utilizadas, são de dois grandes tipos:

- Mármore: rocha metamorfa proveniente do calcário, e dependendo da composição de seus minérios pode apresentar várias colorações, dentre os minérios que a formam está a mica e o feldspato.
- Granito: é uma rocha magmática ou ígnea, resultado do resfriamento do magma, podendo ser cristalizados ou não, essa rocha é formada por um conjunto de minerais, sendo eles o quartzo, a mica e o feldspato (ABNT, 2013).

As vantagens e desvantagens do uso do granito na obra, segundo (Mattos, 2002):

I. Vantagens

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

II. Desvantagens

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

3.2 Extração de Rochas Ornamentais

As etapas para a produção de rochas ornamentais são: pesquisa mineral; extração; beneficiamento primário e beneficiamento final. A pesquisa mineral é feita para identificar e quantificar a quantidade de material existente naquela região, ela possui dados para uma viabilidade econômica, estética, tecnológica e de mercado, para que possa ser extraído as rochas ornamentais (SOUSA, 2016).

O processo de extração do granito tem início nas jazidas, após ser feito a pesquisa mineral, para a sua extração são utilizadas máquinas que cortam o granito, em pedaços menores, para passarem por análises, e logo após isso, recebem tratamento chamado beneficiamento, que ele é polido e cotado me menores pedaços. E o beneficiamento final é feito no ato da comprar do consumidor final do produto (SOUSA, 2016).

Por trás de toda a extração desse material, de rochas ornamentais, principalmente o granito, há um impacto ambiental gigantesco, dede de a degradação de florestas, deterioração

do solo devido ao descarte de substâncias provenientes da extração, a geração de entulhos, e também causando o assoreamento de rios e lagoas (MATTOS, 2002).

O tratamento de beneficiamento do granito gera muitos resíduos sólidos, que são descartados de forma incorreta no meio ambiente, favorecendo assim a poluição destas pedreiras, e causando acidentes. Os descartes desses retalhos de granito e sempre uma questão levantada por órgãos ambientais, as empresas de mineração, e as empresas por sua vez vem buscando ideias e alternativas de descartes desses materiais, ideias essas que agregam valor a esse recurso e matéria prima, e ainda melhora a imagem da empresa mineradora, dando melhor destino aos detritos de uma forma sustentável e inteligente e uma dessas soluções (ECOGRANITO, 2019).

3.3 Revestimento Inteligente de Granito

O granito ecológico, como também pode ser chamado, não é extraído diretamente da natureza. Obtido por meio de uma tecnologia japonesa, desenvolvida por Hiromichi Kano, o revestimento é feito a partir de resíduos oriundos da extração do granito e do mármore, misturados a uma resina acrílica, com a aparência final semelhante a pedras ornamentais (ECOGRANITO, 2019).

A tecnologia do revestimento foi criada no Japão a mais de 25 anos, pelo engenheiro químico Hiromichi Kano, afim de substituir as rochas ornamentais por um revestimento que fosse mais resistente a terremotos, muito comuns no País.

Em 6 de abril de 1996, o Sr. Hiromichi Kano, formado em engenharia química, registrou a patente do seu novo invento, descrito na patente como material de revestimento para a formação de padrões variados de granito e flocos de resina. O inventor fez oito experimentos usando flocos de granito de tamanho diferentes entre 3, 5 e 8 milímetros, triturando os grãos de granito, ou colocando inteiros na mistura, ou apenas amassando esses grãos, sendo eles de uma só coloração, ou multicoloridos e também usando resinas diferentes, misturando a essas matérias com mármore, ou outros tipos de rochas ornamentais. De acordo com a técnica utilizada para a fabricação deste revestimento, ele apresenta uma tonalidade, consistência, ductibilidade e uma trabalhabilidade diferente (ECOGRANITO, 2019).

Entre todas as técnicas usada pelo criador do revestimento, para o desenvolvimento deste revestimento, a primeira e a mais antiga é a mais bem sucedida. A cor proporcionada por essa técnica é similar a cor da pedra de granito, a aplicação é simples, e o acabamento se mostra mais consistente e estável (ECOGRANITO, 2019).

A Figura 1 apresenta o catálogo de cores Ecogranito.

Figura 1- Catálogo de cores Ecogranito.



Fonte: Ecogranito (2019).

Uma vez que os grãos de rocha são triturados, facilitando assim a trabalhabilidade desse material, além disso essas matérias para serem aplicados a uma superfície precisam de uma boa ductilidade e viscosidade. Esse material deve ser aplicado por uma espátula, e por isso precisa dessas características, sendo assim a espessura máxima de uma camada de 8mm, o agregado não pode ultrapassar esse valor. Esta técnica só proporciona ao revestimento uma única cor, sendo necessário aplicação de outras substâncias para dar outra tonalidade ao revestimento, no Brasil é usado as dolomitas (ECOGRANITO, 2019).

A dolomita é um minério encontrado no calcário, no Brasil as jazidas desse material estão no estado de Minas Gerais. As Dolomitas são partes intermediárias da produção do Ecogranito, esse mineral dá a cor ao produto (SOARES *et al.*, 2014).

Para o tingimento do produto são usados as dolomitas e um pigmento em pó, o solvente utilizado é um aromático chamado C9, sendo então esses agregados levados a betoneira. Após a secagem, e retirado uma amostra e comparada a uma pedra ornamental, considerando-se a coloração, e caso seja necessário, a mistura volta a betoneira para os devidos ajustes. Depois de todo esse processo, a dolomita tingida é armazenada em barricas de 50kg, e aguardam para serem misturas com os flocos de pedras, resinas, fungicidas e bactericidas. Nesse processo de produção das dolomitas tingidas, elas têm uma perda de cerca de 5%, ou seja, a cada 50kg de dolomita tingida produzida, se perde 2,5kg na produção (ECOGRANITO, 2019).

3.3.1 *Produção do Revestimento Inteligente de Granito*

O processo de produção do revestimento inteligente, no caso da fabricante licenciada para a fabricação desse revestimento aqui no Brasil, a Ecogranito se inicia com a pesagem das matérias primas, dolomitas tingidas, flocos, resinas, fungicidas, bactericidas e o solvente, a mistura e levada para o misturador horizontal mostrado na Figura 2, onde a mistura é feita de forma branda, para evitar que os flocos sejam quebrados em tamanhos menores.

Figura 2- Misturador Horizontal.



Fonte: Ecogranito (2019).

Depois da mistura, retira-se uma amostra para a verificação das propriedades, depois de verificados as propriedades e visto se o produto ainda precisa de ajustes, ele é encaminhado para o estoque final. Após todo o processo de fabricação o misturador e os outros utensílios são lavados e sanitizados, para a manutenção e controle biológico ambiente (ECOGRANITO, 2019).

Para minimizar os impactos ambientais na produção do Ecogranito, a empresa possui um sistema de gerenciamento de resíduos e efluentes que atua de várias formas, desde a recirculação e reaproveitamento de determinado efluente por meio da melhoria do processo encaminhando para serviços terceirizados de resíduos sólidos. O resíduo líquido gerado no processo de higienização de equipamentos, após o tratamento físico, dá origem a um resíduo pastoso, um tipo de lodo que será armazenado para a posterior destinação, que fica a cargo de uma empresa terceirizada (ECOGRANITO, 2019).

Também existe um controle dos gases gerados na produção do Ecogranito, na hora da produção os misturadores são tampados e monitorados, para diminuir a dissipação da poeira fina no ar. As medidas contra a dissipação da poeira, visam a saúde do colaborador da

empresa, para evitar que sejam inaladas, ou entre em contato com os olhos, além disso todos os trabalhadores utilizam equipamentos de proteção individual (ECOGRANITO, 2019).

O encaminhamento de todos os resíduos de produção, perigosos e não perigosos e de recicláveis, é feito de maneira adequada, por empresas terceirizadas devidamente credenciadas, que tem o compromisso com a preservação do meio ambiente (ECOGRANITO, 2019).

3.4 Revestimento Cerâmico

O uso do Sistema de Revestimento Cerâmico em edifícios residenciais, comerciais e industriais é uma realidade do mercado de construção brasileira, o motivo é que o material mantém o “*status*” de bom, bonito e relativamente barato (ROSCOE, 2008).

As placas cerâmicas poderão ser aplicadas no revestimento de pavimentos, paredes, terraços e/ou coberturas no interior ou no exterior dos edifícios, considerando sempre as características mais relevantes para cada aplicação.

Os ladrilhos e azulejos são fabricados a partir de uma mistura de várias matérias-primas argilosas, como a argila e o caulino e fundentes como a areia e o feldspato, entre outros. Poderão ter vários tipos de acabamento: o natural, o polido e o vidrado. Os vidrados são normalmente decorados e necessitam de matérias-primas tais como vidros e corantes. Os principais processos de fabricação baseiam-se na conformação por prensagem e por extrusão. No processo de extrusão, a preparação da pasta cerâmica pode ser feita por via seca ou por via semiúmida.

O sistema de revestimento é a parte mais visível da edificação, ele corresponde ao acabamento final de uma edificação, e dentre umas de suas funções, a que mais se destaca é a proteção, pois visa resguardar as superfícies revestidas, contra agentes causadores de deterioração, dentre os quais a infiltração de água, temperatura, umidade, ataque de fungos e etc.

O uso do revestimento cerâmico em edifícios residências, comerciais e industriais, é uma realidade no mercado da construção brasileira, motivo esse que ele é um acabamento resistente a ataques químicos, abrasão, e mantém a estética por muito tempo (ROSCOE, 2008)

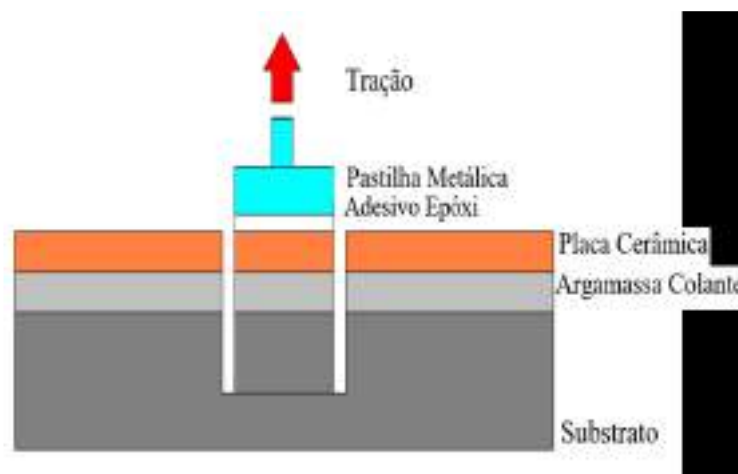
3.5 Ensaio de resistência à tração

O ensaio de resistência a tração foi realizado de acordo com a norma ABNT NBR

14081-4:2012 e ABNT NBR 13755:2017. A execução do ensaio consistiu no corte com profundidade até alcançar parte do substrato da placa cerâmica com utilização de serra copo de diâmetro 50mm.

Em cada um deste foi colada uma placa metálica com adesivo epóxi com a mesma dimensão do corte na placa cerâmica. Com a utilização de um dinamômetro com capacidade de 5 KN e velocidade de 250 ± 50 N/s, foi realizado o ensaio de resistência de aderência a tração. No ensaio é indicado o valor da força de tração exercida para arrancar a placa, como mostrado na figura 3.

Figura 3 - Ensaio de resistência a tração.



Fonte: Sartor *et al.* (2019).

Em cada sistema foram analisados 12 corpos de prova, conforme estipulado pela ABNT NBR 13755:2017, totalizando uma análise de 24 corpos de prova (SARTOR *et al.*, 2019).

4 METODOLOGIA

Esse trabalho é um estudo bibliográfico, sobre o tema, com a realização de fichamentos, leituras de monografias, artigos científicos, e também a própria fabricante da Ecogranito, através da ajuda de seus colaboradores.

Essa pesquisa bibliográfica, a qual se preocupa com a exposição de fatos e dados, sem medir ou utilizar elementos estatísticos, para a análise dos dados, nesse tipo de pesquisa cada análise tem a sua particularidade e permite que sejam tomadas as decisões específicas em relação as suas respectivas prevenções (MARCONI; LAKATOS, 2017).

O método de pesquisa consistiu na análise qualitativa do produto e também no comparativo com o revestimento cerâmico, usando artigos publicados, e também foi mantido contato com colaboradores da empresa Ecogranito, que passaram dados de fabricação e também amostras do produto para posterior análise.

O trabalho também faz a comparação do ensaio de resistência a tração, do revestimento externo cerâmico, com o revestimento de inteligente de granito, para compara a aderência de ambos ao substrato, ensaio este contido na ABNT NBR 13755:2017.

4.1 Revestimento Cerâmico

O revestimento cerâmico que foi utilizado no experimento pesquisado e suas dimensões e a quantidade de argamassa colante, foi estipulado pela ABNT NBR 14081-1:2012, esta mesma norma regula a preparação do substrato e o assentamento das placas cerâmicas. Para o experimento foi adotado as cerâmicas de dimensões de 30x30cm (900cm²). O revestimento cerâmico foi assentando em um piso de uma área coberta, conforme se observa na Figura 4, na disposição que é mostrada na Figura 5, com o distanciamento de 1,5mm de uma cerâmica para a outra, totalizando uma área de 540cm² de revestimento.

Figura 4 - Placas cerâmicas após o rejuntamento.



Fonte: Sartor *et al.* (2019).

Figura 5 - Disposição do revestimento cerâmico.

900 cm ²	900 cm ²
900 cm ²	900 cm ²
900 cm ²	900 cm ²

Fonte: Sartor *et al.* (2019).

Para o contrapiso foi utilizado um composto cimentício CP IV-32 RS, água e um agregado fino, antes da aplicação do revestimento foi verificada a superfície de aplicação, se ele estava limpo e livre de resíduos. Para esse assentamento foi utilizado uma argamassa colante de tipo ACII, conforme a ABNT NBR 14,081-1:2012. A mistura da argamassa colante foi realizada em um recipiente limpo com a proporção de água conforme indicação do fabricante, até obter consistência pastosa, firme e sem grumos.

4.2 Revestimento Inteligente

O revestimento inteligente a ser utilizado neste experimento é o Ecogranito, um revestimento de granito inteligente, flexível e de fácil aderência, fabricado no Brasil, utilizando a patente do revestimento de resina epóxi com fragmentos de granito, criado pelo japonês Hiromichi Kano.

Para a aplicação do revestimento, foi aplicado primeiramente uma camada de primer, sem diluir o produto, a aplicação deve ser feita com uma trincha, o primer possui antifúngicos que ajudam na proteção da superfície, ele também funciona como selador, uniformizando a coloração da parede, conforme se observa na Figura 6. Após a aplicação do primer, feito a aplicação do revestimento, e esperado a sua cura.

Figura 6 - Aplicação do revestimento.



Fonte: Ecogranito (2019).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Revestimento Cerâmico

Os valores obtidos, tanto do revestimento cerâmico, quanto do revestimento inteligente, estão em MPa. Segundo a NBR 14081-4: 2012 deve-se calcular a média da tensão desconsiderando as amostras as quais obtiveram rupturas do tipo S, P e F. Com os valores de resistência de aderência à tração (MPa) obtidos, os autores realizaram inicialmente, a verificação da existência de resultados espúrios (SARTOR *et al.*, 2019). Segundo a NBR 14081-4 deve-se calcular a média da tensão desconsiderando as amostras as quais obtiveram, rupturas do tipo S, P e F. Em seguida, se essa média for igual ou superior a 0,30 MPA (ABNT, 2012).

A Tabela 1 referente a placa cerâmica de dimensões 30 x 30 cm (900 cm²), apresentou resultados com desvio padrão de 0,056 e 0,089. Foi identificado que a média do método de assentamento atendeu a resistência mínima da ABNT NBR 13753:1996, no método apresentando 0,36 Mpa (SARTOR *et al.*, 2019). Foi identificada, também, a predominância do tipo de ruptura S/A: argamassa substrato, conforme se observa nas Figuras 7 e 8.

Tabela 1- Resultados Revestimento Cerâmico.

IDENTIFICAÇÃO	RESISTÊNCIA(MPA)
DC30-B	0,27
DC30-C	0,3
DC30-D	0,42
DC30-G	0,21
DC30-H	0,42
DC30-J	0,36
DC30-L	0,55
Resistencia Média	0,36
Desvio Padrão	0,89

Fonte: Adaptado de Sartor *et al.* (2019).

Figura 7 - Teste de Resistencia a Tração, cerâmica.



Fonte: Sartor *et al.* (2019).

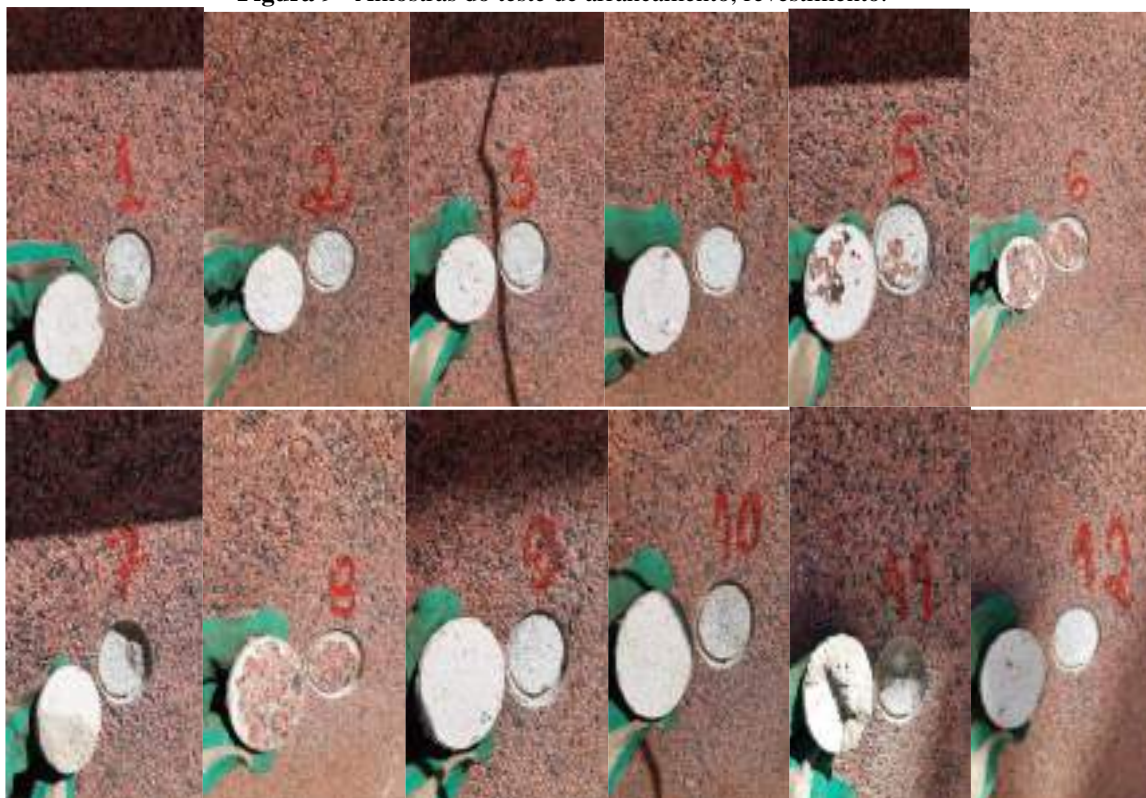
Figura 8 - Teste de Resistencia a Tração, cerâmica.



Fonte: Sartor *et al.* (2019).

5.2 Revestimento Inteligente

Os experimentos foram feitos após a cura de 60 dias. Foi utilizada a norma ABNT NBR 13528-2 em pontos escolhidos aleatoriamente a cada 100 m² ou menos da área suspeita. Foram retiradas 12 amostras do revestimento, de acordo com a Figura 9 e conforme estipulado pela ABNT NBR 13755:2017. Os testes foram realizados pela empresa Consultare Labcon, nos testes todos os 12 experimentos foram aproveitados e utilizadas como resultados.

Figura 9 - Amostras do teste de arrancamento, revestimento.

Fonte: Sartor *et al.* (2019).

Os resultados do revestimento inteligente, passaram da resistência mínima da ABNT NBR 13753:1996, sendo a resistência média do revestimento de 0,50MPa, conforme se observa na Tabela 2.

Tabela 2- Resultados do Revestimento Inteligente.

INDETIFICAÇÃO	RESISTENCIA(MPA)
1	0,46
2	0,38
3	0,4
4	0,48
5	0,51
6	0,52
7	0,53
8	0,6
9	0,48
10	0,42
11	0,53
12	0,81
Média	0,5
Desvio padrão	0,11

Fonte: Adaptada de Sartor *et al.* (2019).

5.3 Análise de Resultados

Segundo Francescatto (2016), a aderência mecânica nas argamassas colantes refere-se à penetração da argamassa nos poros ou entre a rugosidade do substrato, caracterizada pelo engaste entre as partículas dos materiais constituintes do sistema de revestimento. Houve uma predominância de rupturas na interface entre argamassa e substrato (S/A) e no próprio substrato (S), no caso a importância de o substrato estar sempre úmido, tanto no caso do revestimento cerâmico, e do revestimento inteligente. No caso específico do revestimento inteligente, ele ainda possui a adição do primer, na sua aplicação, facilitando ainda mais a sua fixação no substrato.

Foi verificado no experimento pelos resultados do experimento, que o revestimento inteligente possui resultados de resistência mais altos que o do revestimento cerâmico, apesar de ser cenários diferentes, o revestimento inteligente aparenta ser mais resistente ao teste de arrancamento, por ele ser um revestimento flexível, ele não irá sofrer com os deslocamentos, que o revestimento cerâmico está sujeito.

O revestimento cerâmico por outro lado, passa uma resistência a choques maior que a do revestimento inteligente, e também um acabamento mais brilhoso, menos fosco. O revestimento cerâmico também possui um tempo de cura menor, uma vez que a argamassa e o rejuntamento não precisam de 60 dias de cura total, como o revestimento inteligente.

O revestimento inteligente demonstra ser uma alternativa para o acabamento das edificações, por ser mais barato que a própria pedra de granito, e também por ser flexível, facilitando o revestimento de peças mais complexas, e também acabando com o problema do deslocamento das pedras, diminuindo assim o risco dessas placas caírem e causarem acidentes, e também com manutenções menos periódicas.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar e estudar um tipo de revestimento recentemente trazido para o Brasil, mesmo já tendo passado mais de 30 anos de sua invenção, e é pouco conhecido aqui no Brasil, tendo apenas um fabricante. Um revestimento que apresenta uma fabricação ecologicamente correta, se enquadrando na tendência do mercado, de produtos que agridam menos o meio ambiente, e ainda consigam reciclar resíduos oriundos da indústria da engenharia civil.

O revestimento citado no trabalho foi criado no Japão, para atender a necessidade de um acabamento que resiste as ações dos terremotos, e acabou se tornando uma alternativa para uma construção que tenha um acabamento de alto padrão e também seja ecologicamente correta.

O revestimento inteligente de granito além de ser flexível e de fácil aplicação, também se mostra muito resistente, uma vez que ele passa pelo teste de arrancamento com uma resistência acima da média de outros revestimento, além de poder contornar as formas das edificações com mais facilidade, sem a necessidade da perda de material, ou de ajustes.

Os dois revestimentos têm resultados parecidos nos ensaios de resistência a tração, com uma resistência maior no revestimento inteligente. Este trabalho não tem como objetivo falar qual revestimento é melhor, mas apenas mostra com o ensaio que o revestimento inteligente também é bastante resistente e durável.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13753**: Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 13754**: Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento – Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 13755**: Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

_____. **NBR 13816**: Placas cerâmicas para revestimento - Terminologia– Rio de Janeiro, 1997

_____. **NBR 13817**: Placas cerâmicas para revestimento - Classificação. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 13818**: Placas cerâmicas para revestimento - especificação e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 1997.

_____. **NBR 14081-1**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2012. 5 p.

_____. **NBR 14081-2**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica - Execução do substrato padrão e aplicação de argamassa para ensaios-. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 14081-2**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica - Execução do substrato padrão e aplicação de argamassa para ensaios-. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 14081-4**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas Parte 4: Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2012. 8 p.

_____. **NBR 15012**: Rochas para revestimentos em edificações – Terminologia. Rio de Janeiro, 2013.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da Construção Civil. **Cerâmica**, n. 61, p. 178-189, 2015.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO – ECO 1992. **Agenda 21**. Rio de Janeiro, 1992.

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

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

FRANCESCATTO, T. R. Análise da Resistência de Aderência de Placas Cerâmicas em Chapas de Gesso Acartonado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MALAGONI, M. A.; SCARTEZINI, V. Análise dos resultados de resistência de aderência em revestimentos de argamassa. Orientadora: Helena Carasek. 2013. 389 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

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

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F.H. Tecnologias e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios. São Paulo: USP 1999.

NASTRI, S. **Expansão por Umidade de Revestimentos Cerâmicos: Métodos de Medidas e Variáveis Envolvidas**, 2015. 108p. (Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais). UFSCAR. São Carlos. SP

ROSCOE, M. T. **Patologias em revestimento cerâmico de fachada**, 2008. 80 fls. Monografia (Especialização) – Curso de Engenharia Civil, Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SARTOR, I. *et al.* **Influência do assentamento com única e dupla camada de placas cerâmicas na resistência à tração de aderência.** Anais do IX Encontro de Sustentabilidade em Projeto - ENSUS, Florianópolis, p. 189-201, 2021.

SOARES, R. A. L. *et al.* Avaliação da adição de dolomita em massa cerâmica de revestimento de queima vermelha. **Cerâmica**, n. 60, p. 516-523, 2014.

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

SUGIMOTO, F. *et al.* The physical deterioration of granite by fracture due to heating and ratio of dynamic and static young's modulus. **J-Global**, v. 41, n. 5, p. 256-266, 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC. Biblioteca Universitária. Guia de normalização de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2013.