

RELATÓRIO DE ENGENHARIA

TEMA: ANÁLISE CRÍTICA DE ENSAIOS DE SISTEMA DE REVESTIMENTO “NANOROCHA”

Curitiba, 17 de março de 2024,

Dados e informações organizadas resulta em ciência. E a engenharia faz uso desta organização para gerar aquilo que ainda não existe ou aperfeiçoar aquilo que já existe.

Edilson Gomes de Lima

1. ****Introdução: A Planville e a Engenharia de Superfícies - 35 Anos de Excelência****

Há 35 anos, a Planville vem desempenhando um papel fundamental na engenharia de superfícies, estudando a fundo os revestimentos que vestem e protegem nossas construções. Nossa trajetória é marcada por projetos inovadores, análises críticas de patologias e o desenvolvimento de inovações disruptivas, consolidando-nos como uma referência no mercado.

Assim como cuidamos da nossa **pele**, a **engenharia de superfícies** dedica-se a garantir que os revestimentos escolhidos atendam não apenas aos requisitos estéticos, mas também às exigências técnicas e de desempenho. Os revestimentos são a **pele da edificação**, refletindo a qualidade e a durabilidade das construções.

Na Planville, **cada projeto** é tratado de forma única e especial. Nossa equipe de especialistas trabalha em estreita colaboração com arquitetos, engenheiros e construtores, garantindo que as soluções propostas estejam alinhadas com as necessidades específicas de cada projeto.

Com uma abordagem inovadora e comprometida com a excelência, a Planville continua a liderar o mercado, oferecendo soluções personalizadas e de alta qualidade para projetos residenciais, comerciais e industriais.

Neste Relatório de Engenharia, embasado na normatização brasileira e mundial, apresentaremos o resultado da bateria de testes que submetemos às soluções NANOROCHA.

2. ****Definição do Revestimento com Sistemas de Pinturas com NanoRocha: Um Acabamento Técnico e Durável****

O NanoRocha é um revestimento natural para acabamento, fabricado a partir de rocha moída. Reconhecido por sua durabilidade e resistência às intempéries, o NanoRocha oferece uma variedade de cores naturais. Sua composição o torna uma escolha viável para aplicações que exigem alta resistência e longevidade.

3. ****Boletim Técnico: Características e Benefícios do Revestimento em NanoRocha****

O NanoRocha é um revestimento natural, feito com base em rocha moída, que se destaca pela sua durabilidade e resistência às intempéries. Disponível em várias cores naturais, o NanoRocha oferece uma alternativa robusta e durável para acabamentos externos e internos. Sua formulação única o torna uma escolha ideal para projetos que exigem resistência e longevidade, garantindo a proteção e a estética das superfícies.

"Este sistema está preparado para enfrentar dois grandes desafios: a eternização da cor, ou seja, a resistência ao desbotamento causado pelos raios solares, e a perene hidrofobicidade. Ambas as características são geradas pelos elementos que o compõem, conferindo-lhe essas supercaracterísticas."

4. ****Características Técnicas que Definem o Desempenho das Texturas NanoRocha****

O sistemas de pintura desempenham um papel fundamental na **estética e na proteção de superfícies**, agregando valor estético e funcional aos projetos de engenharia. No contexto atual, onde a durabilidade e a performance dos materiais são essenciais, as texturas NanoRocha se destacam como uma escolha superior, baseadas em rocha e formuladas com tecnologia de ponta para garantir resultados excepcionais.

Neste boletim técnico, apresentaremos a bateria de ensaios que garante estas características técnicas que definem o desempenho das texturas NanoRocha, destacando suas propriedades únicas e vantagens competitivas.

Desde a resistência a intempéries até a facilidade de aplicação, cada aspecto das texturas NanoRocha foi cuidadosamente projetado para atender às demandas mais exigentes de projetos de engenharia, proporcionando resultados duradouros e de alta qualidade.

5. ****Quais as “dores” que um sistema de revestimento de superfícies precisa enfrentar ****

Todas as superfícies verticais de um edifício sofrem deformações constantes, acompanhando o conjunto da construção desde o início de sua formação. Os efeitos como flechas, reações álcali-agregados, carbonatações, retrações e fluências do concreto resultam em consequências que são intrínsecas aos próprios elementos estruturais.

Ao mesmo tempo, desde o primeiro dia, as superfícies começam a sofrer degradação devido à exposição ao meio ambiente. Estamos vivendo um período de intensa emissão de gases e aquecimento global, o que traz consigo problemas como acidificação das chuvas, atenuação das vibrações devido aos efeitos do vento e compactação do solo devido ao transporte de finos pelas fortes chuvas. Esta umidade e o desequilíbrio dos nossos ecossistemas naturais levam à proliferação de biofilmes em faces úmidas da edificação.

A irradiação solar causa grandes picos de dilatação térmica, o que compromete as cores das nossas cidades, levando ao desbotamento precoce. Portanto, o comportamento em relação ao surgimento de fissuras nos substratos, a reação às umidades positivas e negativas, a resistência à formação de biofilmes e a aderência ao substrato são fatores primordiais a serem considerados na caracterização de qualquer solução de revestimento aderido a um substrato.

Por fim, é fundamental analisar como o revestimento se comporta em relação à facilidade de manutenção.

6. **Conceituação de desempenho de um sistema de revestimento**

O conceito de desempenho está intrinsecamente ligado ao comportamento em uso de um produto ou sistema. Quando se trata de revestimentos de superfícies, o desempenho refere-se à capacidade do material de cumprir suas funções ao longo do tempo e em condições de uso específicas.

O comportamento em uso de um revestimento pode ser avaliado através de diversos aspectos, como durabilidade, resistência a agentes externos, capacidade de proteção, facilidade de manutenção, entre outros. Por exemplo, um revestimento com bom desempenho deve resistir à abrasão, impactos, variações de temperatura e umidade, mantendo suas propriedades estéticas e funcionais ao longo do tempo.

Além disso, o comportamento em uso também está relacionado à interação do revestimento com o ambiente e com outros elementos da construção. Um revestimento eficiente deve ser capaz de se adaptar às condições do ambiente, garantindo conforto e segurança aos usuários, além de contribuir para a preservação e durabilidade da estrutura.

Em resumo, o conceito de desempenho está diretamente ligado ao comportamento em uso de um revestimento, sendo essencial para garantir a qualidade e eficiência do produto ao longo de sua vida útil.

Logo ele precisa saber lidar e proteger a edificação do comportamento e das suas “dores”.

7. **Os “desejos” dos especialistas em Sistemas de Revestimentos em Superfícies Verticais **

O que vemos no mercado brasileiro, principalmente em tempos de muita procura por soluções para as manifestações patológicas tão recorrentes, é que os revestimentos têm sido desenvolvidos com propriedades elásticas e impermeáveis.

No entanto, os especialistas no Brasil apontam que um requisito fundamental é justamente a sua permeabilidade. Eles descobriram que as duas soluções mais comuns no Brasil não são tão permeáveis quanto deveriam ser. A permeabilidade, nesse contexto, diz respeito a como o revestimento se comporta em relação à repelência à água, à resistência ao intemperismo e à capacidade de permitir a passagem de vapor.

Permeáveis? Sim, aqui está o princípio do equívoco: buscar a utópica impermeabilidade. Assim como a pele do corpo humano, o sistema precisa simultaneamente se comportar funcionalmente protegendo e respirando.

A permeabilidade ao vapor é um conceito fundamental para a saúde das pessoas que a utilizam e dos próprios materiais que a compõem.

Outro fator importante são as cicatrizes que se desenvolvem durante as fases de vida do revestimento. As fissuras são as mais comuns nos sistemas de revestimento de paredes. O aumento do índice de esbeltez dos edifícios e das

casas, juntamente com o afinamento das paredes e o comportamento instável, e infelizmente comum, das argamassas de emboço, também conhecidas como reboco, com as quais convivemos nesta década, levam os especialistas a considerar a capacidade de dissimular fissuras como uma prioridade.

Nossos renomados doutores brasileiros Fernando Sabatini e Jonas Medeiros, já em 1994, nos alertavam que nossos substratos são propensos a fissuras tanto na fase plástica quanto na endurecida, seja pela perda de água nas primeiras idades, que leva à retração, seja pelos efeitos da microestrutura dos substratos que as acentuam. Apresentaram a conceituação internacional do UEATc de 1978 que estabeleceu que texturas acrílicas deveriam ter propriedades elásticas capazes de disfarçar 0,2 mm de fissuras.

Convivemos atualmente com um nível de fissuração no mercado que supera o valor de 0,2 mm. Portanto, ter a "aptidão para dissimular fissuras" é um desejo dos especialistas.

As argamassas de emboço, também conhecidas como reboco, brasileiras, principalmente as industrializadas, estão se tornando cada vez mais pulverulentas e com baixa dureza superficial. Portanto, a aderência dos revestimentos aplicados é um grande desafio para a durabilidade dos sistemas de revestimento. Testar a resistência à tração e à superfície dos emboços no checklist de início dos serviços de acabamento é a primeira prioridade. Uma vez aprovada a resistência de aderência do sistema de acabamento ao substrato, é fundamental.

De fato, promover a aderência adequada entre as interfaces dos revestimentos de fachadas é um desejo dos especialistas.

O desbotamento de cores devido à exposição aos raios ultravioleta (UV) é comum em materiais expostos ao sol. Esses raios quebram as ligações químicas das moléculas de corantes e pigmentos, resultando na perda gradual da cor original, um processo chamado fotodegradação. Esse efeito é observado em tintas,

plásticos, tecidos e revestimentos de fachadas, afetando não apenas a estética, mas também a durabilidade dos materiais.

Para evitar o desbotamento, são usados aditivos e pigmentos especiais nos materiais de revestimento, protegendo as moléculas de cor dos danos causados pelos raios UV. A escolha de cores mais resistentes aos raios UV e a aplicação de camadas protetoras adicionais ajudam a reduzir o desbotamento ao longo do tempo. O uso de revestimentos com proteção UV adequada é essencial para manter a cor e a aparência do edifício por mais tempo, mesmo sob exposição prolongada ao sol.

A longevidade da cor e a integridade dos revestimentos de fachadas é um desejo dos especialistas.

A capacidade de um sistema de revestimento de resistir à aderência de diversos tipos de sujidades está diretamente relacionada ao grau, à periodicidade e ao tipo de agentes de limpeza e manutenção utilizados.

Materiais hidrofóbicos reduzem a adesão na superfície é um desejo dos especialistas.

8. **A Caracterização objetiva através dos Ensaio com a NanoRocha. **

Nesta seção apresentaremos resultados laboratoriais, apresentamos os dados prova do sistema de pintura declarado como "Nano Rocha" obtidos para os produtos Nanorochoa, evidenciando sua resistência à aderência de sujidades, permeabilidade, resistência à tração, durabilidade e outras propriedades importantes. Os testes foram conduzidos de acordo com normas brasileiras e internacionais, garantindo a qualidade e confiabilidade dos resultados. Os laboratórios selecionados são referências no Brasil.

Os resultados reforçam a eficácia dos produtos Nanoroça como uma solução de revestimento de alto desempenho, capaz de atender aos requisitos técnicos e proporcionar durabilidade e beleza às superfícies revestidas.

Certamente esses resultados possam surpreender positivamente o mercado, conhecido por sua conservadorismo em relação a tintas e texturas.

Conceituação: Ensaios de caracterização de materiais são processos que permitem identificar e analisar a composição química, a estrutura e a microestrutura de um material, bem como suas propriedades físicas e químicas. Esses ensaios são importantes para determinar o comportamento mecânico do material, sua aplicação adequada e sua resistência a fatores externos (Desempenho).

Ensaios cardeais:

- **Determinação do teor de sólidos, sólidos de resina e pigmentos**
- **Absorção de água por capilaridade;**
- **Propriedades de transmissão de vapor de água (permeância e camada de ar equivalente);**
- **Permeabilidade à água sob pressão;**
- **Aptidão para dissimular fissura;**
- **Resistência de aderência à tração;**
- **Resistência ao crescimento de fungos emboloradores.**

Todos antes e após exposição ao intemperismo artificial (C-UV) e avaliação de seus efeitos.

¹ BECERE, O.H. **Revestimentos de ligantes sintéticos: proposta de métodos de ensaios para avaliação de desempenho.** São Paulo, 2007. Dissertação (Mestrado). IPT. 202f.

² ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16648:** Argamassas inorgânicas decorativas para revestimentos de edificações – Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2018.28p.

Requisitos para classificação de texturas e pinturas: A classificação dos revestimentos sintéticos texturizados (texturas acrílicas) deve ser realizada conforme ABNT NBR 11702:2010 Versão Corrigida: 2011, considerando os requisitos apresentados na Tabela 1.

Sistema de pintura declarado como "**NanoRocha**" composto por **COMPONENTE A + TEIA ELASTOMÉRICA+ NANOFINISHER*** ternos

* Termos apresentado pelo próprio fabricante

O Nano Rocha é um revestimento natural para acabamento feito a partir de rocha moída, estruturado com tela polimérica e blindado com nanocoating de proteção. Vide <https://www.nanorocha.com.br/>

Foram submetidos a rigorosa bateria de ensaios por nossa recomendação nos Laboratórios do IPT, e Lactec. Obtivemos os seguintes resultados fundamentais

8.1 Bateria de Ensaios IPT de 17/10/23 -RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 1 145 381-203

Ensaios realizados:

8.1.1 EN ISO 15148:2002- Determinação do **coeficiente de absorção de água por capilaridade**. Procedimento IPT 11869 – rev.1 de 16.12.2022

Determinam o comportamento do corpo da Nanorocha à ação da umidade decorrente da água da chuva, resultando no seguinte resultado:

- coeficiente de absorção de água por capilaridade encontrado foi $C_{24h} = 0,1\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$, Limite normativo deve ser menor ou igual a $C_{24h} = 0,5\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}^{1/2}$
- camada de ar equivalente (Sd)_{0,25m}. Limite normativo deve ser menor de 2m.
- resultado do produto de **$C_{24h} \times Sd$** resultou em **0,02 kg/m.h^{1/2}**. Limite normativo do parâmetro $C_{24h} \times Sd$ deve ser menor a igual a $C_{24h} \cdot Sd \leq 0,2 \text{ kg/ (m.h}^{1/2})$ Atende muito abaixo do limite normativo mundial

Nossa conclusão: **Esse ensaio determina o comportamento do sistema de pintura NanoRocha a chuva além de atender a norma frequente uma faixa diferenciada de proteção. Procede as afirmações em seu site de nano blindagem nos seus predicados alardados.**

8.1.2 EN ISO 12572: 2001 - Determinação de propriedades de **transmissão de vapor de água**-Procedimento IPT. Procedimento IPT 11868 – rev.1 de 16.12.2022.Determinam o comportamento do corpo da Nanorochoa à ação da umidade decorrente de vapor d'água.

Para controlar a transmissão de vapor de água, são utilizados materiais e técnicas específicas, como barreiras de vapor, membranas impermeáveis e sistemas de ventilação. O objetivo é evitar problemas como condensação, mofo, deterioração de materiais e perda de eficiência energética de uma edificação.

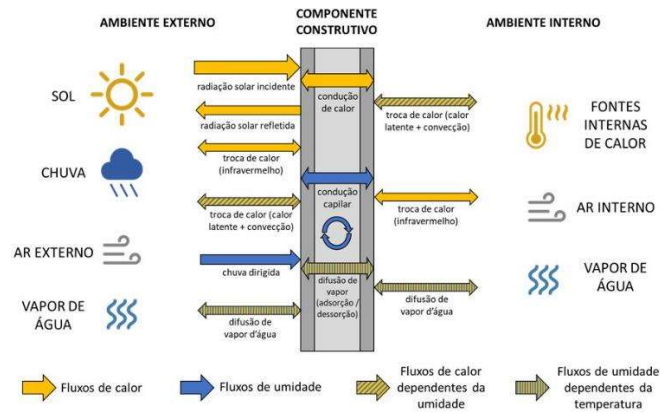
Os mecanismos de transporte de calor e umidade em materiais são interdependentes. O transporte de calor (∂H) ocorre por condução e por mudança de fase associada à **condensação ou evaporação de vapor d'água**, mediante diferença de temperatura (∂T) (Equação 1). Tanto a condutividade térmica dos materiais quanto a mudança de fase dependem da **umidade**. Por outro lado, o **transporte de umidade (∂w)** se dá por transporte capilar de água líquida e por difusão de vapor d'água, mediante diferença de umidade relativa ($\partial \phi$) (Equação 2). Ambos são uma função da umidade relativa do ar, que por sua vez é dependente da temperatura (Equação 3) (Künzel, 1995).

$$\frac{\partial H}{\partial T} \cdot \frac{\partial T}{\partial t} = \underbrace{\nabla \cdot (\lambda \cdot \nabla T)}_{\text{condução}} + \underbrace{\nabla \cdot [h_v \cdot \nabla (\phi \cdot p_{\text{sat}})]}_{\text{difusão de vapor}} + \underbrace{I_{\text{ev}}}_{\text{mudança de fase}}$$

Eq. 1

- H é a entalpia total (J/m³);
- T é a temperatura (°C);
- t é o tempo (s);
- λ é a condutividade térmica do material (W/(m.K));
- h_v é o calor latente de mudança de fase da água (J/kg);
- σ é a permeabilidade ao vapor d'água do material (kg/(m.s.Pa));
- ϕ é a umidade relativa do ar; e
- p_{sat} é a pressão de saturação de vapor d'água (Pa).

Fonte: Efeito da variação das características higrotérmicas do concreto no comportamento hidrotérmico de uma parede



Fonte: Efeito da variação das características higrotérmicas do concreto no comportamento hidrotérmico de uma parede

$$\frac{\partial w}{\partial x} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial t} = \nabla \left[\begin{matrix} \nabla \\ \text{capilaridade} \end{matrix} + \begin{matrix} \nabla \\ \text{difusão de vapor} \end{matrix} \right]$$

Eq. 2

$$\varphi = \frac{p_v}{p_{sat}} = \frac{p_v}{611 \cdot e^{\left(\frac{\sigma \cdot T}{T_0 + T}\right)}}$$

Eq. 3

Onde:

φ é a umidade relativa do ar;

p_v é a pressão parcial de vapor (Pa);

p_{sat} é a pressão parcial de vapor de saturação (Pa);

Fonte: Efeito da variação das características higrotérmicas do concreto no comportamento hidrotérmico de uma parede

O **transporte de vapor d'água ocorre por difusão**, impulsionada pela diferença de pressão parcial de vapor d'água (∇p_v), a qual depende da variação de temperatura do ar, conforme descrito na Equação 3. **A permeabilidade ao vapor d'água (δ), expressa em kg/ (mês. Pa), é a propriedade que indica a quantidade de vapor d'água capaz de atravessar um material, por unidade de espessura, em um determinado período e com uma diferença específica de pressão parcial de vapor.**

Essa permeabilidade pode ser determinada a partir da **permeância (W)**, que **descreve a quantidade de vapor d'água que passa por uma área específica de material, em um tempo determinado e sob uma diferença de pressão parcial de vapor específica**, conforme mostra a Equação 4. A determinação experimental da permeância pode ser realizada conforme a norma **ISO 12572 (ISO, 2017)**.

$$\delta = W \cdot d$$

Eq. 4

Onde:

δ é a permeabilidade ao vapor d'água do material (kg/(m.s.Pa));

W é a permeância ao vapor d'água do material (kg/(m².s.Pa)); e

d é a espessura do material (m).

Fonte: Efeito da variação das características higrotérmicas do concreto no comportamento hidrotérmico de uma parede

Como os valores de permeância são em unidades para as quais não se tem muita sensibilidade, há um parâmetro adicional, que é a espessura da camada de ar (S_d) com permeabilidade ao vapor d'água equivalente à do material, conforme mostra a [Equação 5 \(ISO, 2017\)](#).

$$S_d = \mu \cdot d = \frac{\delta_{ar}}{\delta} \cdot d$$

Eq. 5

Onde:

S_d é a espessura da camada de ar equivalente (m);

μ é o fator de resistência à difusão de vapor d'água (adimensional);

δ_{ar} é a permeabilidade ao vapor d'água do ar (aproximadamente $2 \cdot 10^{-10}$ kg/(m.s.Pa));

δ é a permeabilidade ao vapor d'água do material (kg/(m.s.Pa)); e

d é a espessura do material (m).

Fonte: Efeito da variação das características higrotérmicas do concreto no comportamento hidrotérmico de uma parede

Os ensaios obtidos no IPT resultaram no seguinte resultado:

- Permeância (kg/ (m². s. Pa)): $7,48 \times 10^{-10}$
- camada de ar equivalente (S_d)_0,30m 0. Limite normativo deve ser menor de 2m.
 resultado do produto de **W x Sd** resultou em 0,024 kg/m.h^{1/2}., bem abaixo do limite normativo de $\leq 0,2$ kg/ (m.h^{1/2}) Atende muito abaixo do limite normativo mundial

Comentários:

A permeância em tintas e texturas se refere à capacidade desses materiais de permitir a passagem de vapor de água. Em outras palavras, é a medida da resistência à difusão do vapor de água através da película de tinta ou textura aplicada em uma superfície. A permeância é uma propriedade importante, especialmente em ambientes onde há variações significativas de umidade, pois uma permeância adequada pode ajudar a evitar problemas como bolhas, descascamento e mofo causados pela acumulação de umidade. Por outro lado, uma permeância muito alta pode resultar em perda de eficiência

energética, pois a troca de calor também pode ocorrer junto com a transferência de vapor de água.

Para controlar a permeância em tintas e texturas, são utilizados aditivos específicos que podem aumentar ou reduzir a capacidade de difusão do vapor de água, de acordo com as necessidades do ambiente e do substrato. O controle adequado da permeância é essencial para garantir a durabilidade e a eficácia dos revestimentos aplicados em superfícies.

Trata-se de uma análise exploratória, uma vez que uma análise de sensibilidade completa requereria variar cada característica higrotérmica dentro das faixas de valores consideradas possíveis para cada material. Apesar desta limitação, os resultados evidenciam a influência significativa das características higrotérmicas e, particularmente, das funções higrotérmicas, sobre os resultados da simulação

Nossa conclusão: **"Esse ensaio simula o comportamento do sistema de pintura NanoRocha em relação à condensação, e observamos que, além de atender às normas, oferece uma faixa diferenciada de proteção. As afirmações em seu site sobre a capacidade da camada de permitir a passagem de vapores d'água ao sistema ao qual foi aderido são confirmadas. Em sistemas contemporâneos de paredes de concreto, essa propriedade deve contribuir significativamente para a eficiência em simulações higrotérmicas computacionais. Recomendamos a leitura do artigo disponível em: [link]."**<https://www.scielo.br/j/ac/a/qgYt6H4NCxzPMLpNKkhTknt/#>

8.1.3 Ensaio internacional avançado: Determinação da **aptidão para dissimular uma fissura**. Diretivas comuns **UEAtc** para a homologação de revestimentos delgados de massas plásticas para paredes. Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC): 1978. Procedimento IPT-11871 – rev.2 de 16.02.2022. Determinam **a capacidade do sistema de pintura de dissimular e de fato resistir a fissuras passivas e até ativas** até um certo grau geradas pelo substrato, resultaram no seguinte resultado:

- aptidão para dissimular uma fissura: **0,47, mm**
- limite normativo:
- Atende muito abaixo do limite mínimo normativo para texturas brasileira de 0,20mm

Nossa conclusão: **Esse ensaio simula o comportamento do sistema de revestimento de NanoRocha para disfarçar fissuras passivas, mesmo aquelas acima do limite normativo de 0,20. É importante correlacionar essa característica com a capacidade anterior do sistema de permitir a passagem de vapores, o que, em termos gerais, representa um grande desafio que foi alcançado com maestria.**

8.2 Bateria de ensaios Lactec

Do relatório LACTEC-01890/2023, destacamos o comportamento de aderência e resistência à tração do sistema de Revestimento NanoRocha. O ensaio para determinar a resistência potencial de aderência à tração foi conduzido conforme as diretrizes da NBR 15258 (ABNT, 2021). Embora tenhamos conhecimento da existência da norma ABNT NBR 16912 específica para sistemas de texturas, os procedimentos e resultados deste belo experimento corroboram com nossas conclusões. É importante embasarmos conceitualmente o que buscamos determinar:

ADERÊNCIA:

É a capacidade do revestimento de resistir às tensões atuantes na interface com o substrato, sendo uma definição fundamental para o sucesso na aplicação do revestimento.

RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO:

É a máxima tensão suportada por uma área revestida, também conhecida como corpo de prova, quando submetida a um esforço normal de tração.

As amostras foram entregues ao LACTEC/EC pelo solicitante, onde foram aplicadas em quatro substratos distintos, conforme o quadro a seguir:

Quadro 1 - Identificação das amostras

Registro LACTEC	Descrição do material / Origem
01557/2023-001	Revestimento nano rocha - <u>Placa de concreto/Cinza escuro</u>
01557/2023-002	Revestimento nano rocha - <u>Placa de concreto/Marfim</u>
01557/2023-003	Revestimento nano rocha - <u>Placa cimentícia/Textura marfim</u>
01557/2023-004	Revestimento nano rocha - <u>Chapa de compensado naval/Textura marfim</u>
01557/2023-005	Revestimento nano rocha - <u>Chapa metálica/Textura marfim</u>

Fonte: Ensaio LACTEC-01890/2023 de 13/08/23

Sobre **concreto**, placa padrão, foi obtido o resultado expressivo de uma ruptura adesiva na interface substrato e NanoRocha, com valores de **1,30 e 0,89 MPa**, muito acima dos 0,30 MPa normativo.

Sobre o emboço, essa aderência é determinante devido às resistências superficiais e à tração direta no substrato argamassado cimentício. Por isso, é um pré-requisito ensaiá-lo antes e depois da aplicação do sistema de revestimento NanoRocha, conforme os procedimentos citados na NBR 13281:2023.

Sobre as outras três superfícies alternativas que se mostram em voga:

- Sobre **placa cimentícia**, sistemas não aderidos, foi obtido o resultado expressivo de uma ruptura coesiva no corpo da placa, com valor de **0,59 MPa**, muito acima dos 0,30 MPa normativo.
- Sobre **compensado naval**, sistemas não aderidos, foi obtido o resultado expressivo de uma ruptura adesiva na interface substrato e NanoRocha, com valor de **0,57 MPa**, muito acima dos 0,30 MPa normativo.

- Sobre **superfície metálica**, placa padrão, foi obtido o resultado bom para ambientes internos, mas reprovado para ambientes externos de uma ruptura adesiva na interface substrato e NanoRocha, com valor de **0,22 MPa**, pouco acima dos 0,20 MPa normativo para faces internas e abaixo dos 0,30 para as faces externas. Recomendamos ensaiá-lo novamente sobre superfícies externas aplicando primers de aderência, por exemplo D15 da MC Bauchmie que deveremos ter possibilidade de atingir a norma.

Nossa conclusão: **O sistema de revestimento NanoRocha atende amplamente os requisitos nr, ativos ao ponto de sobre o crivo da novíssima NBR13281 constituir e pode ser enquadrado como um revestimento RS3, logo ideal para prédios altíssimos.**

8.4 Bateria de ensaios do Senai de 2019

Em tempo, cabe apresentar um importante estudo cuja realização acompanhamos em 2019 sobre os componentes responsáveis pela função de blindagem da água, o que os cientistas chamam de propriedades hidrofóbicas e liofóbicas.

O primeiro ponto importante é a constatação do laboratório de que esses elementos são, de fato, nanométricos. Por meio do ensaio de Espalhamento de Luz Dinâmico “3.6, conforme detalhado nos anexos, foi possível analisar uma amostra excedente recebida posteriormente, denominada “GT Xtreme/Duramax”. Os resultados estão apresentados na Figura 42. O objetivo desta análise foi avaliar o tamanho das partículas presentes nesta amostra, e os resultados indicam **que são da ordem nanométrica**, com uma média de 475,67 nm. Estamos em uma época em que muitos produtos alardeiam tal capacidade, mas não se enquadram, o que ressalta a importância desses estudos detalhados.

Por fim, as soluções testadas, denominadas à época, conferiram propriedade hidrofóbica ao metal, hidrofóbica à litocerâmica e hidrofóbica à textura. Conferiram propriedades hidrofóbicas e liofóbicas ao rejunte pronto, e ao nosso caso, NanoRocha, propriedades **hidrofóbicas e liofóbicas** ao rejunte que representava uma matriz mineral.

Sem dúvida um dos mais importantes estudos nesse sentido que acompanhamos no Brasil. Certamente foi a chave para embasar o audacioso projeto NanoRocha que analisamos nesse case.

8.5 Bateria de ensaios do Senai de 2019

Em julho de 2023, ainda com o cognome Nano membrana, foram realizadas as seguintes avaliações após a exposição ao intemperismo artificial acelerado (C-UVB) por 1200 horas:

- a) Determinação da cor e da diferença de cor por medida instrumental (Delta E).
- b) Avaliação dos efeitos da exposição ao intemperismo artificial acelerado.

Buscamos com a obtenção do Delta E um acordo entre as partes. A Tabela abaixo apresenta uma escala que pode ser utilizada como referência na correlação dos dados de diferença de cor instrumental com a percepção pelo olho humano. Quanto mais escura for a tinta, menor deve ser o Delta E para fins de aceitação. É recomendável solicitar ao fornecedor os corpos de prova expostos ao intemperismo artificial acelerado. Em linhas gerais pé corrente aceitação da variação de cor para as cores claras (cores claras são aquelas com valor de coordenada cromática L^* ≥ 87) $\Delta E < \leq 4$.

Tabela 17: Percepção da diferença de cor com base no ΔE – ABNT NBR 16846: 2020

Diferença ΔE	Percepção da diferença de cor
até 0,2	Não perceptível
> 0,2 a 0,5	Muito fraca
> 0,5 a 1,5	Fraca, porém perceptível
> 1,5 a 3,0	Perceptível
> 3,0 a 6,0	Muito perceptível
> 6,0 a 12,0	Forte
acima de 12,0	Muito forte

Mas para apregoar cor eterna precisamos ter em todas as cores até 0,2, submetidos a 18.000horas prosseguimos aguardando esse ensaio. Um belo desafio.

Considerando que o sistema de revestimento NanoRocha promete cor eterna, com desbotamento praticamente imperceptível, deve-se acordar em ensaio um Delta E. Também deve apresentar ausência de degradações, empolamento, fissuras e craqueamento.

A primeira bateria, realizada em 8/03/23 com o cognome Membrana MR. Skin Stone na Falcão Bauer QUI/R-444.043/1/com película, teve os seguintes resultados:

PARÂMETROS	RESULTADOS
Intemperismo Artificial, 600 horas	Houve leve alteração de cor, sem formação de bolhas ou fissuras
Intemperismo Artificial, 1000 horas	Houve alteração de cor, sem formação de bolhas ou fissuras

Foi empregado o método norte americano ASTM G 154:2016 – Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials.

9. ****Conclusões desse Relatório****

Prosseguimos recomendando ensaios com essa inusitada proposição que confessamos ter nos surpreendido.

Em tempo analisaremos os resultados em curso que são:

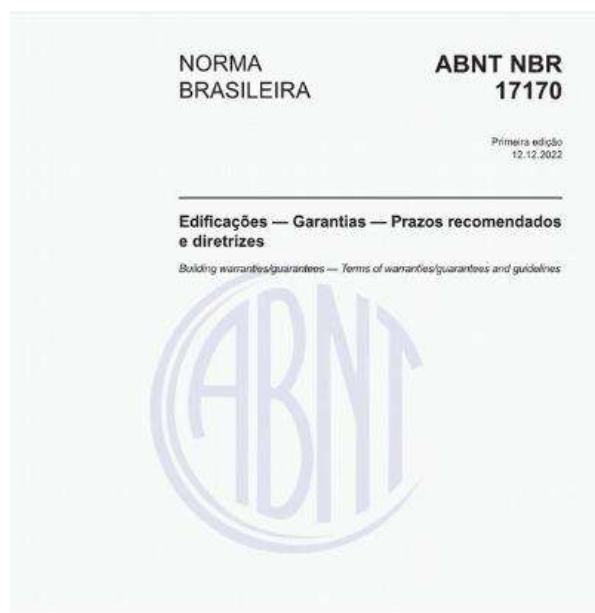
- LACTEC Estanqueidade à ação da água em paredes - ensaio em laboratório: Edificações habitacionais - Desempenho Parte 4: Determinação da estanqueidade à ação da água em paredes - ensaio em laboratório. Realizado antes e após o choque térmico, em parede a ser providenciada no laboratório pelo cliente. ABNT NBR 15575-4:2013
- LACTEC Permeabilidade à água: Ensaio a ser realizado em amostras após envelhecimento UV, posicionando tubos graduados sobre a sua superfície, para avaliação da permeabilidade. Amostra original e dois marcos intermediários até 2000 h, para três cores de revestimento
- LACTEC Calor e choque térmico (paredes) - ensaio em laboratório: Edificações habitacionais - Desempenho Parte 4: Resistência a ação de

calor e choque térmico (paredes) - ensaio em laboratório. Em parede a ser providenciada no laboratório pelo cliente. ABNT NBR 15575-4:2013

- LACTEC POLRIA - Ensaio de exposição à radiação ultravioleta (UV): (1) O ensaio será realizado por 2000 horas em 9 corpos de prova de 100 x 70 x 20 mm (espessura máxima aceitável), sendo 3 corpos de prova de cada amostra, totalizando 3 amostras (3 cores) com base na norma ASTM G154 - Ciclo 1 (UVA). (2) Serão realizadas inspeções com 670, 1340 e 2000 horas de envelhecimento. Cada amostra terá um corpo de prova para 670 h, outro para 1340 e um terceiro para 2000 horas de ensaio. (3) Os cps serão inspecionados visualmente quanto às variações de cor e/ou brilho, presença de trincas, manchas e demais alterações de aspecto visualmente perceptíveis e então serão encaminhados para teste com o LAME. (4) É necessário envio de um corpo de prova adicional para ser utilizado como padrão de comparação para inspeção. ASTM G154 - Ciclo 1 (UVA)]
- Resistência ao crescimento de fungo - NBR 14941
- Percepção de variação cor na base -NBR16846:2020

Aguardamos a divulgação dessa bateria.

Quanto as Garantias vigentes no Brasil o produto demonstra ampla capacidade de cumpri-las independente das manutenções obrigatórias neste primeiro Patamar de 3anos.



Norma vigente no Brasil

O conceito de vida útil de um produto ou material está diretamente relacionado à combinação de resiliência e manutenibilidade. Resiliência refere-se à capacidade do material de resistir a impactos, estresses e desgaste ao longo do tempo, mantendo suas propriedades e funcionalidade. Por outro lado, a manutenibilidade diz respeito à facilidade e eficiência com que o material pode ser mantido, reparado ou renovado para prolongar sua vida útil.

Quanto maior a resiliência de um material, mais resistente ele será a danos e desgaste, o que pode contribuir significativamente para estender sua vida útil. Da mesma forma, uma alta manutenibilidade permite que o material seja facilmente mantido em condições ideais, o que também pode prolongar sua vida útil.

Assim, a vida útil de um produto ou material pode ser vista como uma função direta da resiliência e manutenibilidade, sendo esses dois conceitos fundamentais para garantir a durabilidade e eficiência de produtos ao longo do tempo.

ABNT NBR 17170:2022

A vida útil de projeto (VUP) é um conceito probabilístico. Para que haja elevada probabilidade de atingir a vida útil prevista em projeto, dependendo da natureza de cada produto, de suas condições de uso e de exposição, os sistemas construtivos, seus elementos, componentes e equipamentos devem passar por operações de limpeza, conservação e manutenção. Alguns componentes, que por sua natureza são não manuteníveis, devem apresentar a mesma vida útil de projeto do sistema do qual fazem parte, como, por exemplo, as barras e fios de aço de uma estrutura de concreto armado.

A vida útil (VU) se refere a um período de tempo em que o sistema construtivo, seus elementos, componentes e equipamentos ou a edificação como um todo, apresentam desempenho de acordo com requisitos e critérios estabelecidos em normas, padrões, especificações de fabricantes, projetos ou, pelo proprietário da edificação.

O prazo de garantia não está diretamente relacionado à vida útil de projeto e à vida útil efetiva. O prazo de garantia quanto à solidez e segurança da edificação e de suas partes, incluindo os sistemas construtivos, seus elementos, componentes e equipamentos é especificado em legislação vigente e aplicável. Para os demais casos, cabe ao incorporador, construtor ou prestador de serviços de construção determinar os prazos a serem oferecidos a seus clientes, assumindo, consequentemente, a responsabilidade pela correção de eventuais falhas decorrentes do projeto da edificação ou do processo de construção que possam ocorrer no produto ou em suas partes durante este período.

Norma vigente no Brasil

Duração de garantia no Brasil para sistemas como NanoRocha:

Tabela 2 (continuação)

Sistema	Descrição	Tipos de falhas	Prazo tecnicamente recomendado
Revestimentos de vedações verticais externas	Camada de acabamento decorativo esmalte sintético e tinta a óleo base solvente	Enrugamento, bolhas, perda de integridade da película (má aderência da película e descolamento, pulverulência, craqueamento)	1 ano
	Camada de acabamento decorativo – textura	Perda de integridade da película (má aderência da película e descolamento, pulverulência, craqueamento) e bolhas	3 anos
	Rejuntamento	Desgaste, dessolidarização	1 ano
	Selantes, juntas de dilatação	Perda de aderência	3 anos

NOTA 2 O desgaste nos revestimentos de vedações verticais externas se refere à ocorrência de depressões ou perda de massa do revestimento que podem ocorrer por falhas de suas propriedades frente às condições de exposição, mas não se refere a desgastes decorrentes de ações externas como impactos de qualquer natureza, descargas atmosféricas ou chuva de granizo com dimensões de pedras que possam causar tal desgaste.

NOTA 3 A estanqueidade que as vedações verticais externas devem proporcionar está definida na ABNT NBR 15575-4, a qual é avaliada por ensaio específico e os critérios preveem tolerâncias em relação a manchas de umidade ver ABNT NBR 15575-4, assim como em Normas específicas de sistemas construtivos utilizados em fachadas.

NOTA 4 A vida útil do sistema de pintura está associada ao correto preparo de superfície (ABNT NBR 13245), bem como a escolha adequada do nível de desempenho dos produtos, que apresentam parâmetros de qualidade distintos em função de sua composição química associada ao atendimento dos requisitos normativos. As tintas látex são classificadas nos níveis de desempenho econômico (somente uso interno); standard (menor desempenho do uso externo); premium

Norma vigente no Brasil

Aprendemos, com base na Norma de Desempenho, que a estanqueidade, segurança e integridade estética são mantidas com lavagens no máximo bianuais, conforme a geolocalização. Além disso, a Norma de Inspeção Predial nos ensina que os sistemas expostos devem passar por uma análise sensorial avançada também bianual, ambas realizadas por mão de obra com responsabilidade técnica. Esses princípios fundamentais garantem a durabilidade, segurança e eficiência dos sistemas construtivos ao longo do tempo, reforçando a importância da normatização e supervisão adequadas para a manutenção da qualidade e integridade das edificações.

Concluimos que o sistema de revestimento NanoRocha demonstra alta flexibilidade e uma notável resistência à água e óleo, facilmente percebida ao simples toque após aspersão de água. Os ensaios realizados até o momento corroboram nossa avaliação de que estamos diante de um material de altíssimo desempenho.

Este trabalho possui 22 (vinte e duas páginas) e inclui todos os ensaios citados em anexo.

Agradeço sinceramente aos criadores e fabricantes da Solução de Revestimento NanoRocha pela confiança.

Cordialmente

