

Influência de agentes compatibilizantes na aderência entre matrizes cimentícias e substratos com massa asfáltica

JUTS – Journal of Urban Technology and Sustainability

ISSN: 2675-780X

DOI: <https://doi.org/10.47842/juts.v8i1.75>

Organização: Comitê Científico Interinstitucional

Editor Chefe: Guilherme Gaudereto

Avaliação: Double Blind Review pelo SEER/OJS

Recebido: 09/10/2024

Aceito: 24/10/2025

¹ **Guilherme Santana Gancas** 

¹ **Danilo Santana Ganças**

² **Mostafa Galal Aboelkheir** 

¹ CTI - Centro Técnico de Impermeabilização, Brasil, guilherme@ctiimpermeabilizacoes.com.br

¹ CTI - Centro Técnico de Impermeabilização, Brasil, danilo.santana@ctiimpermeabilizacoes.com.br

² Universidade São Judas Tadeu, Brasil, mostafa.aboelkheir@saojudas.br

RESUMO

Manter a funcionalidade dos elementos construtivos é essencial para aumentar a longevidade e a durabilidade das edificações, exigindo gestão e execução de manutenções preventivas e corretivas. Em reservatórios com vazamentos, quando a vistoria identifica sistema de impermeabilização existente em manta asfáltica e o novo sistema projetado é cimentício, ocorre incompatibilidade de aderência por polaridades distintas. Na remoção da manta, permanecem pontos com massa asfáltica impregnada no substrato, dificultando a aderência do novo sistema. Este estudo avalia o desempenho de compósitos cimentícios aditivados com compatibilizantes sobre massa asfáltica, utilizando copolímero vinílico, SBR, acrílico e ponte de aderência com membrana epoxídica, visando à posterior impermeabilização com produtos de matriz cimentícia. As misturas foram dosadas em proporções volumétricas em relação ao volume de cimento, tendo a concentração do aditivo como variável principal no ensaio de aderência. As placas ensaiadas a seco que apresentaram aumento de resistência à tração na aderência foram: Vinílico-0,50, SBR-0,50, Acrílico-0,25 e Acrílico-0,50. Todas obtiveram médias superiores a 0,50 MPa, atendendo ao requisito mínimo normativo e superando a placa referência em 36%, 16%, 22% e 56%, respectivamente.

Palavras-chave: Impermeabilização; Aderência; Compatibilidade; Asfalto; Cimentício.

Influence of compatibilizing agents on adhesion between cement matrices and substrates with asphalt mat

Maintaining the functionality of building elements is essential to increase service life and durability, requiring the management and execution of preventive and corrective maintenance. In leaking reservoirs, when the inspection identifies an existing asphalt waterproofing system and the new designed system is cement-based, adhesion incompatibility occurs due to different polarities. After removing the asphalt membrane, asphalt residues remain impregnated in the substrate, preventing proper adhesion of the new system. This study evaluates the performance of cementitious composites with compatibilizing agents on asphalt mass, using vinyl copolymer, SBR, acrylic, and an epoxy membrane adhesion bridge, aiming at subsequent waterproofing with cementitious products. Mixtures were prepared in volumetric proportions relative to cement volume, with additive concentration as the main variable in the adhesion test. Dry-tested plates showing increased tensile adhesion were Vinyl-0.50, SBR-0.50, Acrylic-0.25, and Acrylic-0.50. All achieved mean values above 0.50 MPa, meeting the minimum standard requirement and outperforming the reference plate by 36%, 16%, 22%, and 56%, respectively.

Keywords: Waterproofing; Adherence; Compatibility; Asphalt; Cement.



1 INTRODUÇÃO

1.1 Problemática

A retomada do desempenho e da funcionalidade dos elementos e sistemas construtivos está em alta entre as gestões condominiais, sobretudo em temas ligados à estrutura de concreto e impermeabilização (Bauer; Lima, 2019).

Os sistemas construtivos sofrem ações deletérias, tendo as ações do microclima e macroclima influenciando diretamente na durabilidade, desempenho e anomalias funcionais (Almeida; Sales, 2018; Konečný; Lehner, 2016; Lima, 2011; Medeiros; Andrade; Helene, 2011).

Manter a funcionalidade de todos os sistemas construtivos em um empreendimento requer assessoria técnica às gestões condominiais, bem como gestão da saúde financeira do empreendimento, executando as devidas manutenções para a retomada de desempenho (ABNT, 2021; Konečný; Lehner, 2016; Pereira, 2011).

Os custos para manter a funcionalidade dos sistemas e garantir requisitos de habitabilidade estão diretamente vinculados ao período de intervenção, conforme a Lei de Sitter, podendo crescer exponencialmente com o adiamento (Medeiros; Andrade; Helene 2011; Santos 2018).

Para que as condições de habitabilidade sejam atendidas, é primordial garantir a distribuição de água potável a todas as unidades (ABNT, 2021), o que exige reservatórios estanques e manutenção da potabilidade.

Em um cenário corriqueiro de manifestação de vazamentos de água dos reservatórios, devido à falência do sistema de impermeabilização, a gestão condominial deve intervir, sob a orientação de assessoria técnica, projeto de impermeabilização e posteriormente equipe técnica habilitada para reparo (ABNT, 2010; ABNT, 2008).

Quando a empresa contratada para a execução da revitalização do sistema impermeabilizante em um reservatório se depara, frequentemente, com reservatórios com sistemas de impermeabilização e manta asfáltica, procedimento corriqueiramente comum em tempos passados, mas que deve ser removida para a execução de um novo sistema de impermeabilização.

Para a revitalização do sistema de impermeabilização do reservatório, faz-se necessária a retirada de todo o sistema pré-existente, mas como se trata de ambiente confinado, utilizações de equipamentos eletromecânicos e solventes afetam diretamente a saúde dos operários (Brasil, 2019).

Para aplicação de um sistema asfáltico a quente, as condições de segurança e saúde dos operários também são comprometidas, burocratizando os processos executivos, optando, assim, para outro sistema de impermeabilização, como membranas epoxídicas ou membranas de poliuretano ou membranas cimentícias (Argamassa Polimérica e Membrana de Polímero Acrílico com Cimento).

Durante a demolição do sistema pré-existente, de forma manual, as paredes estruturais dos reservatórios apresentarão porosidade saturada com emulsão asfáltica e detritos de manta asfáltica, tornando o requisito de aderência e compatibilidade química fundamental para o desempenho.

Para aplicação do sistema de impermeabilização cimentício, a regulamentação técnica de execução exige que na aplicação do impermeabilizante, o substrato deve estar isento de desmoldantes, impregnantes, ou seja, o substrato com emulsão e detritos de massa asfáltica tornam-se impróprios para a aplicação (ABNT, 2008).

Para aplicação de um impermeabilizante cimentício, faz-se necessário criar uma ponte de aderência e compatibilidade química que garanta total estabilidade e aderência sobre um substrato com material apolar e consiga promover aderência para materiais polares, ou seja, a ponte de aderência deve ser aditivada com material compatibilizante (Bettini; Antunes; Magnabosco, 2009; Luna *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2019).

Este artigo técnico visa a determinar o melhor método de criação de pontes de aderência entre o substrato padronizado coberto com massa asfáltica e o compósito cimentício aditivado com diversos tipos de compatibilizantes, para posterior impermeabilização com produtos de matriz cimentícia.

2 REVITALIZAÇÃO DO SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM RESERVATÓRIO

Os sistemas construtivos, em sua maioria, são compósitos cimentícios que possuem características hidrófilas, ou seja, que absorvem água e conduzem pelos poros capilares, inclusive o concreto, o segundo material mais utilizado no mundo (Helene, 1993; Konečný; Lehner, 2016; Scrivener; John; Gartner, 2018; Souza, 2014).

Os reservatórios elevados são elementos de concreto armado erigidos para resistir mecanicamente em armazenar/confinar água potável durante o período de uso da edificação (Guerrin; Lavour, 2003).

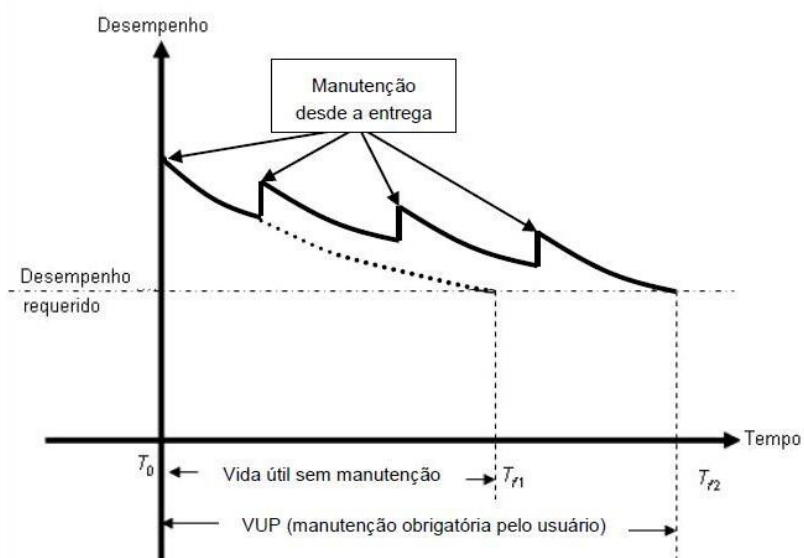
Os reservatórios elevados devem receber sistema de impermeabilização específico contra pressão positiva, criando uma barreira física contra a passagem de fluidos, armazenando a água e não alterando as condições de potabilidade (ABNT, 2017; ABNT, 2010).

O reservatório elevado é um sistema construtivo que possui a influência de diversos microambientes e macroambientes frente à durabilidade, como a exposição às intempéries, ação de íons cloretos, vapor de água com íons cloretos, ações do gás carbônico em concentrações diferentes (Bauer; Lima, 2019; Lima, 2011; Santos, 2018).

Os ciclos das manutenções na estrutura do reservatório para garantir a integridade das condições físicas das estruturas e no sistema de impermeabilização são essenciais na análise das retomadas de desempenho com as manutenções desde a entrega, conforme previsto na

Figura 1, garantindo assim a funcionalidade do sistema e condições de habitabilidade (Ganças; Aboelkheir, 2022; ABNT, 2021).

Figura 1 - Desempenho do elemento construtivo ao longo da vida útil

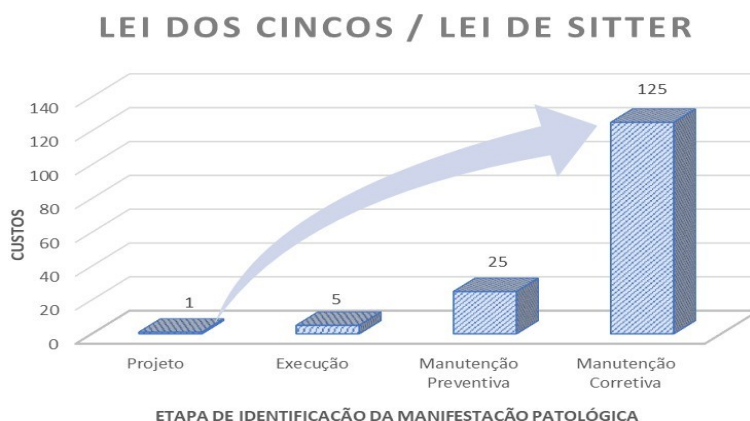


Fonte: Bernhoeft (2018) e ABNT (2021).

Garantir a funcionalidade do reservatório com processos de manutenções, como as condições de potabilidade da água, a distribuição para os moradores, a integridade da estrutura são fatores que estão diretamente ligados com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da agenda 2030.

As gestões condominiais devem se planejar frente aos custos das manutenções previstas e necessárias para garantir fluxo financeiro saudável, ou seja, realizar de forma preventiva os serviços, reduzindo até 5 vezes os custos, conforme Figura 2, Lei de Sitter.

Figura 2 - Análise dos custos das manutenções - Lei de Sitter



Fonte: Adaptado de Ribeiro e Cascudo (2018); Souza (2014); Pereira (2011); Medeiros, Andrade e Helene (2011); Melhado e Agopyan (1995).

Quando se evidencia a falência do sistema de impermeabilização do reservatório, já com a manifestação de vazamentos nos ambientes adjacentes, torna-se necessária a análise da intervenção a ser executada, garantindo maior durabilidade e a melhor viabilidade financeira, sendo necessários os projetos de impermeabilização (ABNT, 2010).

Durante o processo de revitalização do sistema de impermeabilização do reservatório, se identificado que o sistema pré-existente for manta asfáltica, faz-se necessária a retirada de toda a impermeabilização aplicada, mas como se trata de um ambiente confinado, a utilização de equipamentos eletromecânicos em ambientes confinados restringe a exequibilidade, pois o ruído, a névoa e, eventualmente, a posição física do operário comprometem a segurança (Brasil, 2019).

Uma retirada manual do impermeabilizante pré-existente torna-se parcial, onde detritos de massa asfáltica ainda permaneçam aderidos ao substrato, bem como a emulsão asfáltica encontra-se retida na porosidade do substrato.

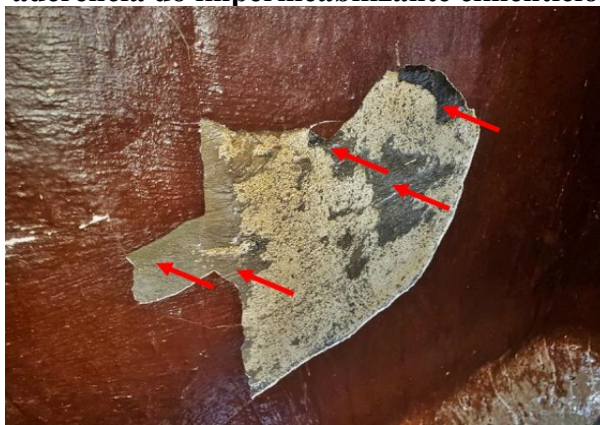
Para a aplicação de um novo sistema em manta asfáltica, os custos se elevam devido aos requisitos de segurança burocráticos previstos na legislação trabalhista (Brasil, 2019), frente à utilização de chamás, gás GLP, ergonomia dos operários em ambientes confinados.

Já no caso do cenário da utilização de membranas de poliuretano com primer epóxi, sendo materiais sintéticos que apresentarão aderência aos diferentes substratos, os custos elevados e a dificuldade de controle da umidade no ambiente para a cura da membrana inviabilizam a execução.

A utilização de impermeabilizantes cimentícios sobre um substrato saturado em emulsão asfáltica e detritos de massa asfáltica contrariam os requisitos da normatização de execução (ABNT, 2008), bem como não apresentará deslocamentos precoces devido à incompatibilidade química dos materiais e de polaridades distintas (André; Aboelkheir, 2022; Aboelkheir *et al.*, 2018; Aboelkheir; *et al.*, 2021; Bettini; Antunes; Magnabosco, 2009; Decol *et al.*, 2014; Dominguez-Candela *et al.*, 2022; Hao *et al.*, 2021; Mengual *et al.*, 2017).

A Figura 3 constata um deslocamento precoce de um sistema de cimentício (Argamassa Polimérica e Membrana de Polímero Acrílico com Cimento) devido à ausência de aderência no substrato.

Figura 3 - Substrato com massa asfáltica aderida no substrato (setas vermelhas), sem aderência do impermeabilizante cimentício



Fonte: Autores, 2026.

Para que seja exequível o sistema de impermeabilização com cimentícios, faz-se necessária a utilização de uma camada de ponte de aderência entre um substrato com massa asfáltica e impermeabilizantes, garantindo total estabilidade ao sistema, com aderência mínima de 0,50 MPa, conforme estabelecido pelas normatizações técnicas da ABNT (ABNT, 2015; ABNT, 2010).

3 METODOLOGIA

A ponte de aderência entre o substrato com detritos de massa asfáltica e os impermeabilizantes cimentícios deve apresentar características surfactantes e compatibilizantes, promovendo a interação entre materiais polares e apolares (Becker, 2002; Ganças; Aboelkheir, 2022; Hao *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2019; Mengual *et al.*, 2017; Reis *et al.*, 2016).

Os materiais asfálticos possuem características apolares, já os materiais cimentícios possuem características polares (Hilal *et al.*, 2017; Mengual *et al.*, 2017; Wang *et al.*, 2018). A ponte de aderência deve ser composta por um compósito cimentício aditivado por um agente compatibilizante, proporcionando a interação entre os materiais quimicamente incompatíveis (Bettini; Antunes; Magnabosco, 2009; Dominguez-Candela *et al.*, 2022; Gonçalves; Azambuja, 2016; Wang *et al.*, 2018).

A ponte de aderência analisada é corriqueiramente chamada de “camada de mordente” no mercado, não havendo parâmetros técnicos, mas métodos empíricos.

A análise da compatibilidade química realizada será baseada no ensaio de resistência de tração na aderência com o dinamômetro Figura 4, sem imersão e medição de ângulo de contato sobre diversos substratos com o goniômetro.

Figura 4 - Ensaio de resistência de tração na aderência: procedimento de encaixe e leitura do manômetro digital após o rompimento



Fonte: Autores (2026).

O goniômetro analisa o formato da gota de água destilada sobre um determinado substrato, identificando a polaridade do material devido à tensão superficial, ou seja, se é hidrófilo, hidrofóbico ou super hidrofóbico (Luz; Lima 2007; Silva *et al.* 2007).

Na análise por goniômetro, ângulos de contato $\beta < 90^\circ$ indicam superfície hidrófila e polar; $90^\circ < \beta < 150^\circ$ indicam superfície hidrofóbica e apolar; $\beta > 150^\circ$ indicam superfície super-hidrofóbica (Luz; Lima 2007).

A interatividade química que o agente compatibilizante proporcionará para materiais distintos está diretamente ligada ao desempenho de sistemas aderidos, ou seja, a interação da aderência entre os materiais (Luz; Lima, 2007; Mengual *et al.*, 2017; Wang *et al.*, 2018).

Os materiais analisados foram os aditivos mais comuns encontrados no mercado, sendo membrana epoxídica, copolímero vinílico, estireno-butadieno (SBR) e acrílico.

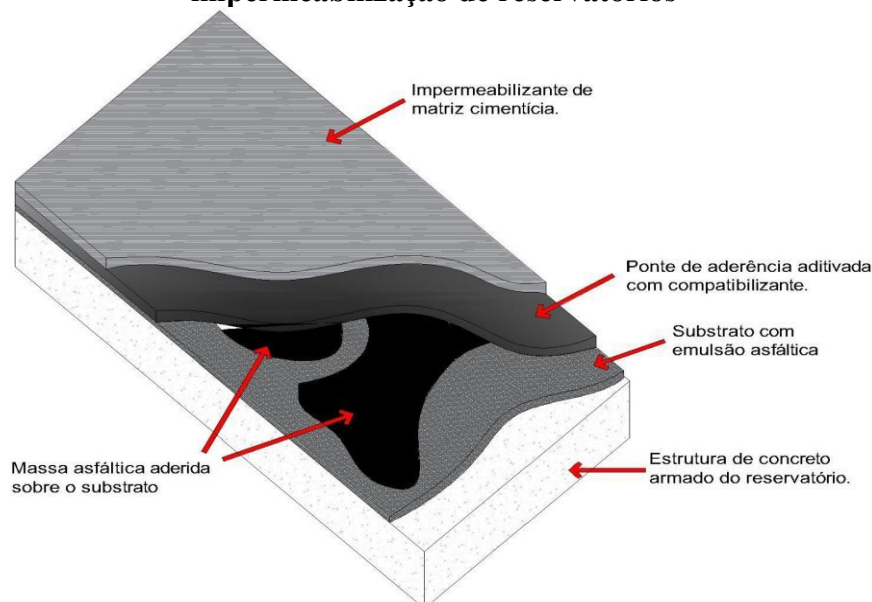
4 ANÁLISE DAS CAMADAS E DOS RESULTADOS

Todas as análises foram realizadas no sistema de impermeabilização aplicado, simulando o pior cenário em um reservatório, com um substrato padronizado, com aplicação da emulsão asfáltica e posterior massa asfáltica.

Após a criação do pior cenário, a ponte de aderência cimentícia com agente compatibilizante é aplicada. Após a cura, o sistema impermeabilizante é aplicado, respeitando os períodos de cura.

A Figura 5 representa todo o sistema executado para análise, onde destacam-se as camadas que proporcionam a estabilidade para o sistema.

Figura 5 - Representação das camadas durante o processo de revitalização do sistema de impermeabilização de reservatórios



Fonte: Autores, 2026.

As amostras foram dosadas em volume, inclusive os agentes compatibilizantes, conforme Tabela 1, de modo a analisar o desempenho de materiais distintos e concentrações diferentes.

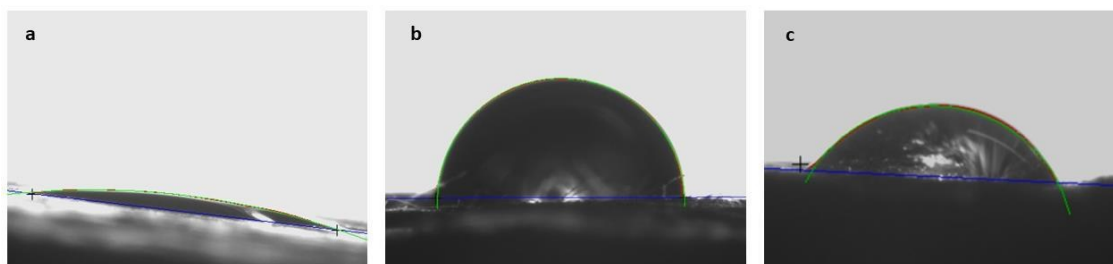
Tabela 1 - Controle das placas e aplicação dos produtos

PLACA	ADITIVO	CÓDIGO DA PLACA	TRAÇO (VOLUME)			
			Cimento	Areia	Aditivo	Água
A	REFERÊNCIA	A - REF	Aplicação dos impermeabilizantes cimentícios sobre a Massa Asfáltica			
B	PRIMER EPÓXI	B - EPÓXI 1	1 Demão + Aspersão de Areia			
C	PRIMER EPÓXI	C - EPÓXI 2	2 Demão + Aspersão de Areia			
D	COPOLÍMERO VINÍLICO	D - VINÍLICO-0,25	1	1	0,25	0,25
E	COPOLÍMERO VINÍLICO	E - VINÍLICO-0,50	1	1	0,5	0
F	SBR	F - SBR-0,25	1	1	0,25	0,25
G	SBR	G - SBR-0,50	1	1	0,5	0
H	ACRÍLICO	H - ACRÍLICO-0,25	1	1	0,25	0,25
I	ACRÍLICO	I - ACRÍLICO-0,50	1	1	0,5	0

Fonte: Autores, 2026.

As camadas apresentam polaridades distintas, sob a ótica do ângulo de contato, onde a Figura 6 representa a análise segmentada das camadas, sendo a seção a) a camada da ponte de aderência (argamassa e agente compatibilizante) já curada, apresentando ângulo de contato $\beta \sim 12^\circ$, sendo hidrófila polar. A seção b) é a análise apenas da massa asfáltica, sem interferência de outras camadas, apresentando o ângulo de contato $\beta \sim 90^\circ$, é hidrofóbica e apolar. Já a seção c) é a análise da massa asfáltica aderida sobre a emulsão asfáltica, apresentando o ângulo de contato $\beta \sim 60^\circ$, é também hidrófila polar.

Figura 6 - Análise do ângulo de contato - a) ponte de aderência com agente compatibilizante curado (12°); b) massa asfáltica (90°); e c) massa asfáltica com emulsão asfáltica (60°)

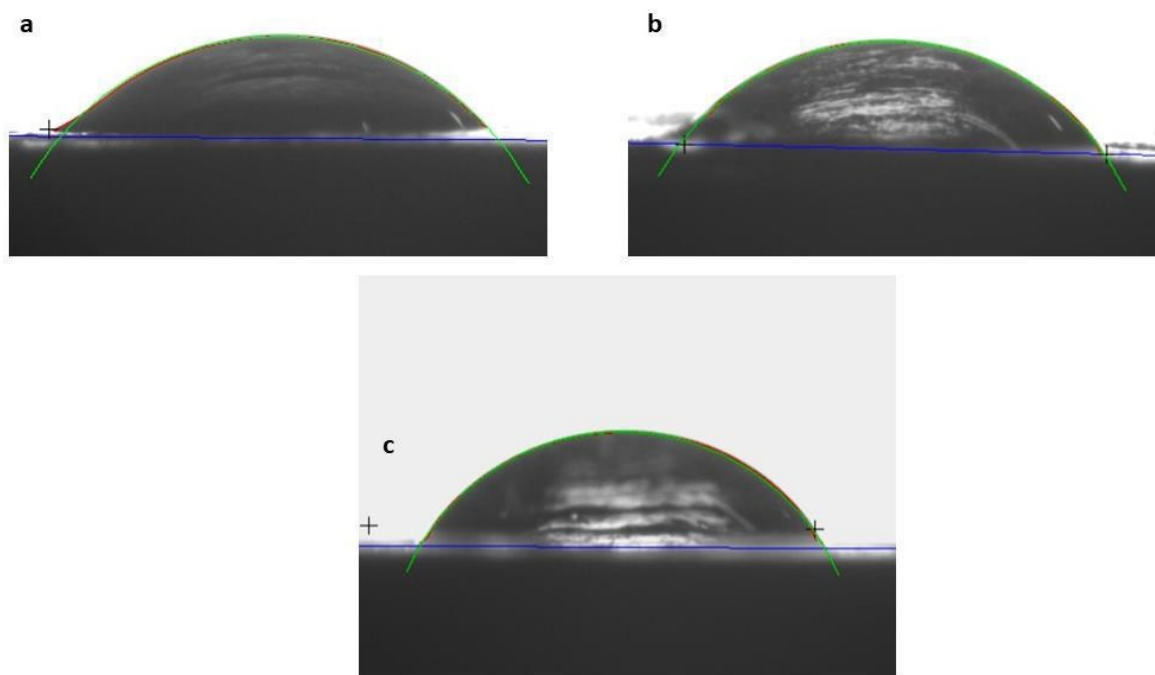


Fonte: Autores, 2026.

A Figura 7 determina as polaridades dos agentes compatibilizantes que aditivam o compósito cimentício, sendo o copolímero vinílico (a), com ângulo de contato $\beta \sim 50^\circ$, sendo hidrófila polar. O

agente SBR (b), com ângulo de contato $\beta \sim 53^\circ$, é classificado como hidrófila polar. O agente acrílico (c), com ângulo de contato $\beta \sim 60^\circ$, é hidrófila polar.

Figura 7 - Análise do ângulo de contato dos agentes compatibilizantes - a) copolímero Vinílico (50°); b) SBR (53°); e c) acrílico (60°)



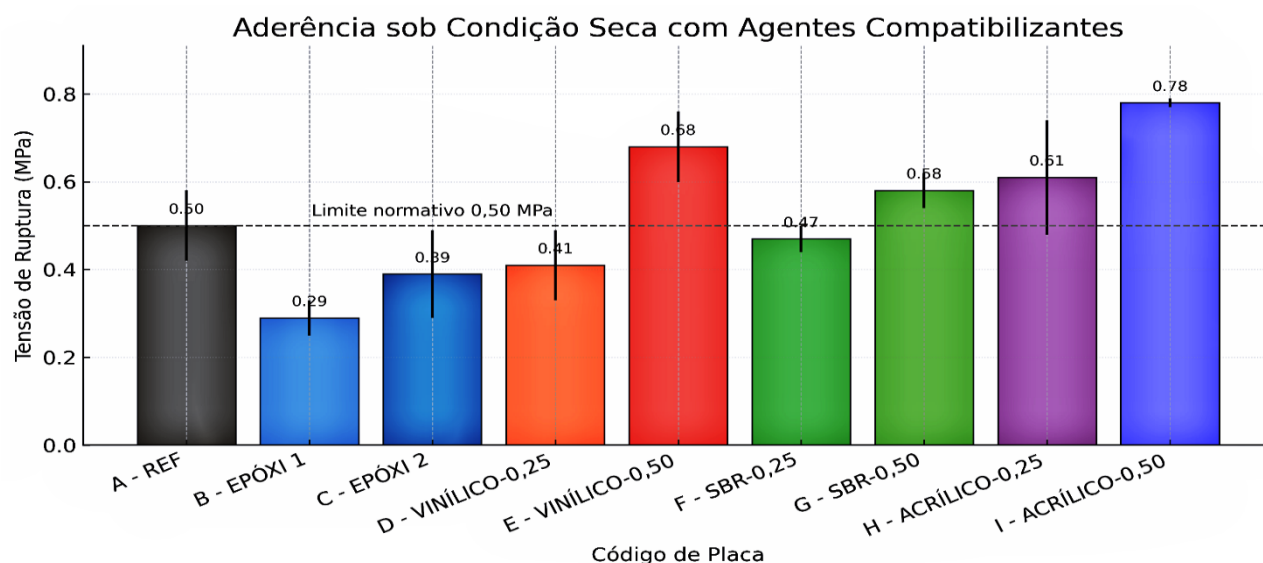
Fonte: Autores, 2026.

O método com dinamômetro determina a resistência à tração de aderência do sistema sobre a placa padronizada, caracterizando a interação interfacial entre as camadas.

A Figura 8 compara sistemas com pontes de aderência e concentrações distintas. O critério mínimo de 0,50 MPa previsto pela ABNT (NBR 11.905 e NBR 15885) foi usado como referência. As barras de erro representam o desvio-padrão das amostras (ABNT, 2015; ABNT 2010).

A barra de erro reproduzida analisa o desvio padrão das amostras, demonstrando parâmetros de tramitação de variações dos resultados, com análise específica se a variação está acima da resistência mínima.

Figura 8 - Influência da adição de diversos agentes compatibilizantes na resistência à tração na aderência sobre a massa asfáltica



Fonte: Adaptada de Ganças e Aboelkheir (2022).

Todas as misturas tiveram um aumento no valor da resistência quando a concentração do aditivo é aumentada. Apenas as placas E (Vinílico-0,50), G (SBR-0,50), H (Acrílico-0,25) e I (Acrílico-0,50) obtiveram médias de resistências maiores que 0,50 MPa, atendendo assim a exigência mínima da norma vigente, e maiores que a placa REF em 36%, 16%, 22% e 56%, respectivamente.

O restante das placas foi considerado como reprovado. Portanto, a influência no desempenho na aderência do compósito sobre a massa asfáltica está diretamente ligada ao tipo de agente compatibilizante, bem como a sua concentração.

Em aplicações de revitalização de reservatórios, a seleção do compatibilizante deve ponderar ganho de aderência observado nas placas que superaram 0,50 MPa (E, G, H, I), preparo do substrato, controle de umidade e tempo de cura. A ponte epoxídica tende a maior robustez operacional, porém, com maior complexidade de aplicação; SBR e acrílico oferecem alternativa intermediária com bom desempenho no ensaio a seco; o vinílico apresentou melhoria quando em maior teor. Assim, a escolha prática deve priorizar atendimento ao requisito mínimo, viabilidade executiva no ambiente confinado e manutenção do desempenho após cura.

5 CONCLUSÕES

Os resultados mostraram variações entre as placas, com dispersões representadas pelas barras de erro. Considerando o parâmetro inicial de aderência da massa asfáltica ao substrato, que exige mínimo de 0,2 MPa segundo a NBR 15575-1, 2021, todas as placas atenderam ao especificado.

Quanto ao requisito secundário de aderência mínima de 0,50 MPa para o sistema impermeabilizante, observou-se tendência de aumento de resistência com o incremento da concentração do aditivo. Apenas as placas Vinílico-0,50, SBR-0,50, Acrílico-0,25 e Acrílico-0,50 atingiram médias superiores a 0,50 MPa, superando ainda a placa referência em 36%, 16%, 22% e 56%, respectivamente. Em alguns casos, as barras de erro ficaram próximas ao limite mínimo e houve indícios de falhas adesivas pontuais na interface com a massa asfáltica.

No conjunto dos resultados, o aditivo acrílico apresentou ângulo de contato mais próximo ao da massa asfáltica, já a concentração de 50% do volume do cimento proporcionou a melhor estabilidade e o melhor desempenho do sistema cimentício sobre o substrato com massa asfáltica.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 11.905**: Argamassa polimérica industrializada para impermeabilização. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ABNT. **NBR 12170**: Materiais de impermeabilização — Determinação da potabilidade após o contato. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ABNT. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais — Desempenho — Parte 1. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ABNT. **NBR 15885**: Membrana de polímero acrílico com ou sem cimento, para impermeabilização. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ABNT. **NBR 9574**: Execução de impermeabilização. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ABNT. **NBR 9575**: Impermeabilização — Seleção e projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ABOELKHEIR, Mostafa Galal; THOMAS, Sabu; SOUZA, Fernando Gomes de; TOLEDO FILHO, Romildo Dias; CELESTINO, Roberta; THODE FILHO, Sérgio; CARVALHO, Fernanda Veloso DE; MARANHÃO, Fabíola da Silveira; PEREIRA, Emiliane Daher; COSTA, Vitor Corrêa da; LIMA, Nathali Ricardo Barbosa de. Influence of UV-modified GTR on the properties of interlocking concrete paving units. **Journal of Molecular Structure**, [s. l.], v. 1234, p. 130110, 15 Jun. 2021. DOI: 10.1016/j.molstruc.2021.130110. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022286021002416>. Acesso em: 4 maio 2022.

ABOELKHEIR, Mostafa; SIQUEIRA, Celeste Y. S.; SOUZA, Fernando G.; FILHO, Romildo D. Toledo. Influence of Styrene-Butadiene Co-Polymer on the Hydration Kinetics of SBR-Modified Well Cement Slurries. **Macromolecular Symposia**, [s. l.], v. 380, no. 1, p. 1800131, 1 Aug. 2018. DOI: 10.1002/masy.201800131. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/masy.201800131>. Acesso em: 30 out. 2018.

ALMEIDA, Fernando do Couto Rosa; SALES, Almir. **Corrosão e degradação em estruturas de concreto**: teoria, controle e técnicas de análise e intervenção. 2. ed. Rio de Janeiro: Daniel Vêras Ribeiro, 2018.

ANDRÉ, Fellipe Rodrigues; ABOELKHEIR, Mostafa Galal. Sustainable approach of applying previous treatment of tire wastes as raw material in cement composites: Review. **Materials Today: Proceedings**, [s. l.], 2 Apr. 2022. DOI: 10.1016/j.matpr.2022.03.456. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322018053>. Acesso em: 30 abr. 2022. **Materials Today: Proceedings**, [s. l.], 2 Apr. 2022. DOI 10.1016/j.matpr.2022.03.456. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785322018053>. Acesso em: 30 abr. 2022.

BAUER, R. J. Falcão; LIMA, Maryangela Geimbra de. **Materiais de construção**. 6. ed. Rio de Janeiro: João Fernando Dias, 2019. v. 1.

BECKER, Daniela. **Blendas PP/PU: estudo do efeito do agente compatibilizante e reciclagem de resíduos de PU**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia d Materiais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/83274/183668.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 26 out. 2025.

BERNHOEFT, Luiz Fernando. A compatibilização como essência do projeto de impermeabilização. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 15., 2018, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI), 2018. p. 11.

BETTINI, Sílvia H. P.; ANTUNES, Marcela C.; MAGNABOSCO, Rodrigo. Estudo da influência do agente compatibilizante no comportamento em fadiga de um compósito de polipropileno reforçado com fibra de coco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE POLÍMEROS, 10., 2009, Foz Iguaçu. **Anais [...]**. [São Carlos: Associação Brasileira de Polímeros], 2009. p. 1-9, 2009. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/cd/cbpol/2009/PDF/1385.pdf>. Acesso em: 26 out.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 33: Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados**. Brasília, DF: MTE, 2019.

DECOL, M.; BECKER, D.; PACHEKOSKI, W. M.; DE SENA, A.; MARCONCIN, J. M.; MATTOSO, L. H. C. Influência de agente compatibilizante nas propriedades térmicas e na morfologia de blendas PLA/PCL. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 21., 2014, Cuiabá. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2014.

DOMINGUEZ-CANDELA, Ivan; GOMEZ-CATURLA, Jaume; CARDONA, S. C.; LORA-GARCÍA, Jaime; FOMBUENA, Vicent. Novel compatibilizers and plasticizers developed from epoxidized and maleinized chia oil in composites based on PLA and chia seed flour **European Polymer Journal**, v. 173, p. 111289, 2022. DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2022.111289. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/european-polymer-journal/vol/173/suppl/C>. Acesso em: 26 out. 2025.

GANÇAS, Guilherme Santana. **Influência de agentes compatibilizantes na aderência entre matrizes cimentícias e substratos saturados com massa asfáltica**. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2022.

GANÇAS, Guilherme; ABOELKHEIR, Mostafa Galal. Enhancement of adhesion properties between cement matrices and saturated substrates with asphalt mat by compatibilizing agents. **Materials Today: Proceedings**, [s. l.], v. 58, part 4, p. 1500–1503, 2022. DOI: 10.1016/j.matpr.2022.03.023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/materials-today-proceedings/vol/58/part/P4>. Acesso em: 26 out. 2025.

Influência de agentes compatibilizantes na aderência entre matrizes cimentícias e substratos com massa asfáltica

GONÇALVES, Ananda Ingrid; AZAMBUJA, Maximiliano dos Anjos. Argamassas de revestimento: índice de aderência às superfícies. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, Tupã, v. 4, n. 27, p. 67-76, 2016. DOI: 10.17271/2318847242720161356. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/pt_BR/article/view/1356. Acesso em: 26 out. 2025.

GUERRIN, A.; LAVAUR, Roger-Claude **Tratado de concreto armado**. São Paulo: Hemus, 2003.

HAO, Xiaolong; XU, Junjie; ZHOU, Haiyang; TANG, Wei; LI, Wenjuan; WANG, Qingwen; OU, Rongxian. Interfacial adhesion mechanisms of ultra-highly filled wood fiber/polyethylene composites using maleic anhydride grafted polyethylene as a compatibilizer. **Materials & Design**, [s. l.], v. 212, p. 110182, 2021. DOI: 10.1016/j.matdes.2021.110182. Disponível em: <https://www.x-mol.net/paper/article/1450887815962198016>. Acesso em: 26 out. 2025.

HELENE, Paulo Roberto do Lago. **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado**. 1993. Tese (Livre-Docência) — Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

HILAL, Nidal; ISMAIL, Ahmad Fauzi; MATSUURA, Takeshi; OATLEY-RADCLIFFE, Darren (ed.). **Membrane characterization**. [Amsterdã]: Elsevier, 2017.

KONEČNÝ, Petr; LEHNER, Petr. Durability assessment of concrete bridge deck considering waterproof membrane and epoxy-coated reinforcement. **Perspectives in Science**, [s. l.], v. 7, p. 222–227, 2016. DOI: 10.1016/j.pisc.2015.11.036. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213020915000816>. Acesso em: 26 out. 2025.

LIMA, Maryangela Geimba de. **Concreto: ciência e tecnologia**. São Paulo: Geraldo Cechella Isaia, 2011. v. 1.

LUNA, Carlos Bruno Barreto; SILVA, Divânia Ferreira da; ARAÚJO, Edcleide Maria; MELO, Tomás Jeferson Alves de; OLIVEIRA, Amanda Dantas de. Efeito dos agentes de compatibilização SBS e SEBS-MA no desempenho de misturas de poliestireno/resíduo de borracha de SBR. **Matéria (Rio de Janeiro)**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 3, p. 632–646, 2016.

LUZ, José Aurélio Medeiros da; LIMA, Rosa Malena Fernandes. Medida de ângulo de contato. In: SAMPAIO, João Alves; FRANÇA, Silvia Cristina Alves; BRAGA, Paulo Fernando Almeida. **Medida de Ângulo de Contato**. Rio de Janeiro: CETEM, 2007. cap. 28.

MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias de; ANDRADE, Jairo José de O.; HELENE, Paulo. **Concreto: ciência e tecnologia**. São Paulo: Geraldo Cechella Isaia, 2011.

MELHADO, Silvio Burrattino; AGOPYAN, Vahan. **O conceito de projeto na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1995. Disponível em: http://www.pcc.poli.usp.br/files/text/publications/BT_00139.pdf. Acesso em: 5 abr. 2021.

MENGUAL, A.; JUÁREZ, D.; BALART, R.; FERRÁNDIZ, S. PE-g-MA, PP-g-MA and SEBS-g-MA compatibilizers used in material blends. **Procedia Manufacturing**, [s. l.], v. 13, p. 321–326, 2017.

OLIVEIRA, Carlos Ivan Ribeiro de; ALMEIDA, Vinícius Pereira de; ROCHA, Marisa Cristina Guimarães; ASSIS, Joaquim Teixeira de. Avaliação do efeito do agente compatibilizante (PP-g-

MA) em misturas PP/Amido termoplástico. **Revista Matéria (Rio de Janeiro)**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620190003.0751>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/MkTtPD96YZw8qRVxbgszXHD/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 27 out. 2025.

PEREIRA, Priscila Souza. **Programa de manutenção de edifícios para as unidades de atenção primária à saúde da cidade de Juiz de Fora**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

REIS, M. M.; BRITO, G. F.; SANTOS, Z. I. G.; UEKI, M. M.; SANTO, Carlos Ivan Ribeiro de. Avaliação do tipo de compatibilizante nas propriedades de blendas de polietileno/amido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 22., 2016. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2016. p. 11. Disponível em: <http://www.metallum.com.br/22cbecimat/anais/PDF/415-014.pdf>. Acesso em: 2 out. 2020.

RIBEIRO, Daniel Vêras; CASCUDO, Oswaldo. **Corrosão e degradação em estruturas de concreto**: teoria, controle e técnicas de análise e intervenção. 2. ed. Rio de Janeiro: Daniel Vêras Ribeiro, 2018.

SANTOS, Julie Anne Braun. Manifestações patológicas nas edificações: análise de suas ocorrências em relação ao projeto de impermeabilização. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 15., 2018, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: 2018. (15º), p. 17. Disponível em: <http://ibibrasil.org.br/simposio2018/wp-content/uploads/2018/06/Manifesta%C3%A7%C3%B5es-Patol%C3%B3gicas-nas-Edifica%C3%A7%C3%B5es-an%C3%A1lise-de-suas-ocorr%C3%Aancias-em-rela%C3%A7%C3%A3o-ao-projeto-de-impermeabiliza%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2021.

SCRIVENER, Karen L.; JOHN, Vanderley M.; GARTNER, Ellis M. Eco-efficient cements: potential economically viable solutions for a low-CO₂ cement-based materials industry. **Cement and Concrete Research**, [s. l.], v. 114, p. 2–26, 2018. DOI: 10.1016/j.cemconres.2018.03.015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0008884618301480>. Acesso em: 26 out. 2025.

SILVA, Washington A. da; PEREIRA, Joelma; CARVALHO, Carlos Wanderlei Piler de; FERRUA, Fabiana Queiroz. Determinação da cor, imagem superficial topográfica e ângulo de contato de biofilmes de diferentes fontes de amido. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 154–163, 2007. DOI: 10.1590/S1413-70542007000100023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/MXgwp6N9yRrxhxfvTDDWwL/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 26 out. 2025.

SOUZA, Anne Karolline Lamana de. **Identificação das manifestações patológicas em reservatório de água executado em concreto armado em condomínio unifamiliar**: estudo de caso. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Patologia das Construções) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

WANG, Chuang; YANG, Hui; CHEN, Fei; PENG, Lei; GAO, Hong-fang; ZHAO, Li-ping. Influences of VTMS/SiO₂ ratios on the contact angle and morphology of modified super-hydrophobic silicon dioxide material by vinyl trimethoxy silane. **Results in Physics**, [s. l.], v. 10, p. 891–902, Sep. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2018.08.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211379718317522>. Acesso em: 25 out. 2025.