

O papel desempenhado pela matemática no desenvolvimento de inovações tecnológicas em tintas voltadas para a construção civil – estudo de caso Stocoat Lotusan

The role played by mathematics in the development of technological innovations in civil construction paints - case study Stocoat Lotusan

DOI:10.34117/bjdv7n8-170

Recebimento dos originais: 07/07/2021

Aceitação para publicação: 09/08/2021

Daniel Santos Barbosa

Especialista em Produção de Material Didático - UNIFap – Universidade federal do Amapá

IFAP - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá Macapá – Amapá
Rodovia BR-210, Km 03, S/n - Brasil Novo, AP, 68909-398
daniel_equipe22@hotmail.com

André Luís dos Santos Ferreira

Mestre em Matemática - UNIFap – Universidade Federal do Amapá
IFAP - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá
Rodovia BR-210, Km 03, S/n - Brasil Novo, AP, 68909-398
andre.ferreira@ifap.edu.br

RESUMO

As tintas são um material de grande importância para o ramo da construção civil, visto que, as mesmas servem para embelezar as superfícies em que são aplicadas, assim como, dão um melhor acabamento para interior e fachadas de várias edificações. Por isso, cada vez mais a indústria da Construção Civil investe em novas tecnologias para ampliar o uso e a aplicabilidade deste material, tão utilizado neste segmento. Através da temática, O Papel Desempenhado pela Matemática no Desenvolvimento de Inovações Tecnológicas em Tintas Voltadas para a Construção Civil – Estudo de Caso StoCoat Lotusan, o artigo objetiva elencar as principais características que norteiam a criação de um material autolimpante e que repele a umidade, partindo da fórmula de Young e da formação do ângulo de contato de qualificação de superfícies superhidrofóbicas, o que acarreta num material que mescla, qualidade, eficácia e durabilidade.

Palavras-chave: Molhabilidade, Superfícies Superhidrofóbicas, Efeito Lótus.

ABSTRACT

Paints are a material of great importance to the building industry, as they serve to beautify the surfaces on which they are applied, as well as giving a better interior finish and strips of various buildings. Therefore, the construction industry is increasingly investing in new technologies to expand the use and applicability of this material, so used in this segment. Through the theme, The Role Played by Mathematics in the Development of Technological Innovations in Paints for Civil Construction - Case Study StoCoat Lotusan, the article aims to list the main characteristics that guide the creation of a self-cleaning material that repels moisture, starting from Young's formula and the formation of the

contact angle of qualification of superhydrophobic surfaces, which results in a material that combines quality, effectiveness and durability.

Keywords: Wettability, Superhydrophobic surfaces, Lotus effect.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho surgiu durante a Disciplina de Materiais de Construção, no 2º semestre, em que, a professora responsável pela disciplina, através de um trabalho de cunho individual, desafiou a turma a encontrar materiais voltados para a construção civil, materiais estes, baseados em inovações tecnológicas. Sendo assim, originou-se a ideia de encontrar algum produto voltado para a construção civil que fosse inspirado na folha de Lótus, já que, há diversos e diferentes estudos que dão enfoque a materiais inspirados na superhidrobia da planta em questão.

Já durante a disciplina Estatística, ministrada no 3º semestre, pelo professor Msc. André Luís, objetivando a participação na IV FEAMAT, teve início à ideia de averiguar como a matemática estava presente na concepção e na compreensão da aplicação da tinta em questão.

O presente estudo tem caráter técnico-bibliográfico, já que, pela ausência de instrumentos e aparatos necessários nos laboratórios do IFAp, não seria possível fazer testes laboratoriais mais precisos e específicos, mas, como a empresa StoCoat Lotusan cedeu uma amostragem do material analisado, deu para revestir algumas superfícies e mesmo sem a instrumentação necessária, foi possível vislumbra o efeito superhidrofóbico do material, além de constatar a característica autolimpante do mesmo.

2 O PAPEL DA MATEMÁTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A matemática está presente na vida da humanidade desde os primórdios da história do surgimento e evolução do ser humano, a princípio, resumiu-se em auxiliar o homem a contar, realizar trocas comerciais, entre outras situações. Esta ciência com o passar dos anos se reinventou e acompanhou o processo de evolução técnico científico do ser humano, alcançado as mais diversas áreas do conhecimento.

Com o crescimento da indústria da construção civil, e o avanço econômico das classes C e B, na última década, do século XXI, a produção e comercialização de tintas acompanhou este crescimento avassalador, sendo assim, houve a necessidade do aprimoramento por parte das empresas, que fabricam e comercializam este material, em





desenvolver produtos dotados de alta qualidade, durabilidade, além dos mesmos, oferecerem economia e rentabilidade ao consumidor.

3 MOLHABILIDADE DAS SUPERFÍCIES E ÂNGULO DE CONTATO

A molhabilidade de determinada superfície está associada ao líquido conseguir se espalhar ou não sobre a mesma, esta característica, presente em certas superfícies, é extremamente importante no meio ambiente, como em alguns insetos, plantas, etc. Além de ser fator indispensável na criação e desenvolvimento de produtos capazes de evitar contaminações do meio físico a que estão expostos. Materiais que Possuem superfícies autolimpantes, e têm a capacidade de repelirem água, entre outras características, que fazem estes produtos terem um alto índice de utilização em diversas áreas.

O fenômeno da molhabilidade de uma superfície é justamente um parâmetro utilizado para precisar a medição do quanto a água é capaz de se espalhar ou não sobre a mesma. A este processo dá-se o nome de ângulo de contato, que nada mais é do que a medida entre a linha que tangencia a gota nas imediações da superfície e a linha horizontal que compreende a superfície, como exposto na figura abaixo:

Figura 1 – Condições de Molhabilidade de Uma Superfície

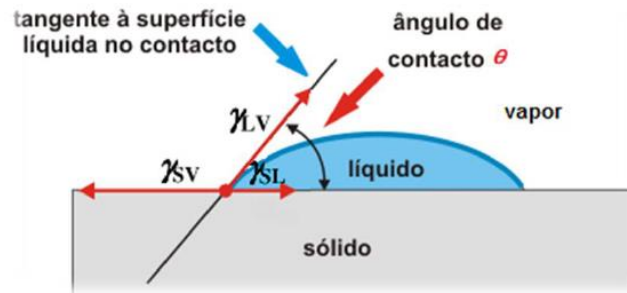
| Regime | Super-hidrofílico | Hidrofílico | Hidrofóbico | Super-hidrofóbico |
|-------------------|---|---|---|---|
| Diagrama da gota |  |  |  |  |
| Ângulo de contato | $\theta < 10^\circ$ | $\theta < 90^\circ$ | $\theta > 90^\circ$ | $\theta > 150^\circ$ |

Fonte: Oliveira, (2011)

4 EQUAÇÃO DE YOUNG

A equação de Young é a relação estabelecida pelo ângulo de contato, e que se dá entre um líquido e determinada superfície sólida, por meio das tensões interfaciais líquido-vapor, sólido-vapor e sólido-líquido como demonstrado na figura 2

Figura 2 – Definição do Ângulo de Contato e Tensões Superficiais Presentes na Equação de Young.



Fonte: Ferreira, (2013)

Segundo FERREIRA (2013), ao ter-se determinada superfície lisa e a mesma sendo “homogênea, plana e não deformável, a equação que descreve o equilíbrio das forças que atuam no ponto triplo, é dada pela equação de Young”.

Equação 1 – Equação de Young

$$\gamma_{LV} \cos \theta = \gamma_{SV} - \gamma_{SL}$$

Fonte: Ferreira, (2013)

É através da equação explicitada anteriormente, que se consegue chegar à medida do ângulo de contato, e se pode classificar, após a realização dos cálculos, a superfície estudada em: hidrofílica; hidrofóbica; superhidrofílica ou superhidrofóbica.

Quando se consegue chegar ao valor do ângulo de contato pode-se precisar o grau de molhabilidade de determinada superfície, como se pode constatar no fragmento.

Caso a tensão do sólido em equilíbrio com o vapor seja superior à tensão superficial, entre o sólido e o líquido, na equação de Young, o $\cos \theta$ será positivo e o ângulo de contato será inferior a 90° . Neste caso, diz-se que o líquido molha parcialmente a superfície, obtendo-se uma superfície hidrofílica. Na situação inversa, quando os valores de $\cos \theta$ são negativos, o ângulo de contato será superior a 90° . Assim, obtém-se uma superfície hidrofóbica, onde o líquido não molha o sólido. Existem ainda as situações extremas que se referem às superfícies super-hidrofílicas, quando o ângulo de contato é inferior a 10° e às superfícies super-hidrofóbicas quando o ângulo de contato é superior a 150° . (FERREIRA, p.24, 2013).

Sendo assim, para que se tenha um melhor entendimento dos fenômenos da molhabilidade, faz-se necessário a compreensão do que seja energia de superfície. Segundo (BURKATER, p.16, 2010), a energia de superfície é a condição com que:

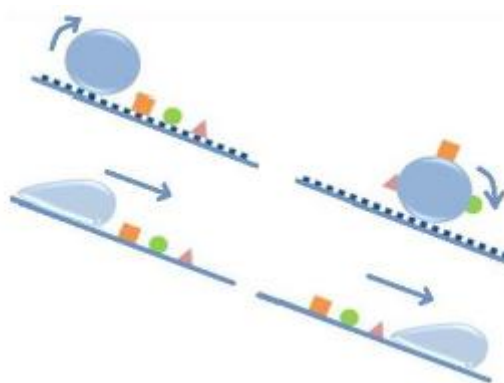
Átomos e moléculas do líquido podem se mover livremente procurando ocupar uma posição de menor energia potencial. Ou seja, um lugar onde as forças (atrativas e repulsivas), agindo em todas as direções, estejam em equilíbrio[...] A adesão de um material sobre outro será tanto maior quanto maiores forem as energias de superfícies envolvidas. [...] As superfícies hidrofóbicas possuem baixa energia de superfície. (BURKARTER, 2010, p. 15).

5 SUPERFÍCIES SUPERHIDROFÓBICAS E O EFEITO LÓTUS

Superfícies superhidrofóbicas surgem da íntima relação entre as características química do material da superfície e a constituição desta, sabe-se que as partes constituintes destes materiais contribuem de forma significativa para que se tenha este tipo de superfície. Observando-se o meio ambiente é possível averiguar que inúmeras espécies, entre animais e vegetais, possuem este tipo de superfície como adaptação para driblar as alterações dos fenômenos climáticos, a exemplo pode-se citar folhas de determinadas plantas, asas de algumas borboletas, penas de certas aves, entre outros. Estes seres vivos possuem a incrível característica de terem superfícies superhidrofóbicas.

Uns dos principais fatores e talvez o mais importante presente em superfícies superhidrofóbicas é justamente a capacidade de serem autolimpantes e anticontaminantes, ou seja, quando estas superfícies entram em contato com gotas de águas, e aquelas fiquem inclinadas, as gotículas que ali caem simplesmente não escorrerão, mas sim, rolarão, tirando todo o material contido na superfície, fazendo com que esta fique sempre livre de impurezas e esteja sempre limpa. Como exemplificado na figura 3:

Figura 3 – Exemplo do Efeito Autolimpante de uma Gota de Água Movendo-se sobre uma Superfície Superhidrofóbica

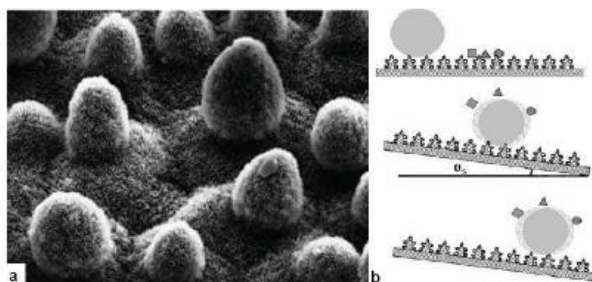


Fonte: Ferreira, (2013)

O efeito Lótus foi desvendado por W. Bartholtt, na década de 70, em que a principal característica é a repelência a água de forma extrema, superhidrofobia, as folhas da flor-de-lótus, por mais que cresçam em ambientes com elevada sujeira, como lugares lamacentos ou empoeirados, as folhas desta planta sempre estão limpas, isto dar-se-ia,

pelo fato das folhas da *Nelumbo Nucifera* serem formadas por micro e nano-estruturas, gerando uma superfície hidrofóbica, não permitindo que partículas de sujeira consigam aderir as folhas, além de não haver a possibilidade do crescimento e proliferação de bactérias ou fungos em sua superfície.

Figura 4 – Ilustração do Funcionamento dos Micronódulos nas Folhas Autolimpantes da *Nelumbo Nucifera* Lottus



Fonte: Burkarter, (2010)

A nanorrugosidade demonstrada na folha da flor de Lótus, a gota entra em contato com uma área superficial reduzida, o que acarreta num elevado ângulo de contato entre a gota de água e a folha da referida planta, o resultado é o aumento na tensão superficial da gota, fazendo com que a mesma se torne redonda. Sendo assim quando a gotícula de água se encontra com a superfície da folha da flor de Lótus, o resultado é o rolamento da gota, esta que por sua vez, levará consigo toda e qualquer impureza presente na planta.

6 TINTAS STOCOAT LOTUSAN

As tintas StoCoat Lotusan são um revestimento exterior que contém a tecnologia Lottus-Effect, podendo ser empregada em superfícies de concreto, estuque e alvenaria, EIFS ou em madeira previamente pintada. A tecnologia Lottus-Effect permite que o revestimento se assemelhe a característica de autolimpeza da folha de lótus, assim como há uma alta repelência a água.

As superfícies recobertas pelo produto ao entrarem em contato com superfícies líquidas, instantaneamente conseguem simular as características presentes na folha de Lótus, além de estabelecer um ângulo de contato entre a superfície sólida e a líquida, acima de 150° , caracterizando a superfície revestida com o produto como superhidrofóbica. As paredes recobertas com a tinta passam a ter características autolimpantes e anticontaminantes, conferindo durabilidade ao produto após aplicação, duração esta, que

pode chegar a até dez anos, o que acarreta numa economia significativa para indústria da construção civil.

7 CONCLUSÕES

A presente pesquisa centrou-se num estudo técnico bibliográfico, assim como, houve a oportunidade de utilização do produto para recobrimento de uma superfície, testes mais específicos e aprofundados não foram possíveis de serem realizados pela falta de equipamento apropriado para tal realização. Entretanto ao comprar a superfície recoberta com as tintas Sto Coat Lotusan, com outra, recoberta com uma tinta genérica, pode se observar que quando ambas entram em contato com materiais contaminantes (como terra, lama, café em pó, colorífico), e após este contato, colocava-se as superfícies em contato com água, a primeira superfície mantinha-se limpa, já a segunda, continuava suja.

Além do mais durante a exposição do trabalho na VI Feira Nacional de Matemática, os participantes puderam observar tal acontecimento, pois fora possível fazer um teste durante as explicações do assunto. O material recoberto com as Tintas StoCoat Lotusan, quando as gotículas de água eram postas sobre o material contaminante, era possível perceber que o material ficava preso dentro da gotícula de água, já quando se utilizou um material sem a referida tinta, as gotículas de água simplesmente se espalhavam, sujando a superfície.

Sendo assim, fora possível demonstrar, apesar de não ter havido testes laboratoriais mais precisos e específicos, que o fenômeno da molhabilidade e do ângulo de contato, estão presentes quando se utiliza o material. Ou seja, para que o espalhamento torne-se difícil de ocorrer é necessário que o ângulo de contato seja superior a 90° , o que se pode verificar quando foi realizado um simples teste de gotejamento de água.

REFERÊNCIAS

BURKATER, E. Desenvolvimento de Superfícies Superhidrofóbicas de Politetrafluoretileno. 2010. 138f. Tese (Doutorado em Física) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

FERREIRA, L.M.V. Revestimentos Hidrofóbicos. 2013. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia dos Materiais) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2013.

OLIVEIRA, M.R. S. Superfícies Superhidrofóbicas Obtidas através de Microestruturas Litografadas. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Politécnica da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.