ARGAMASSAS COM PROPRIEDADES DE CARBONATAÇÃO E ESTANQUEIDADE MELHORADAS DEVIDO A UTILIZAÇÃO DO PÓ DE CANAUBEIRA COMO ADITIVO.

G. GOMES
Aluno de Graduação
CENTRE - FAS
Ceará; Brasil
gomeswyllyam@gmail.com

L. CAVALCANTE
Aluno de Graduação
CENTRE - FAS
Ceará; Brasil
liafontenelec@hotmail.com

F. COELHO
Professor, Doutor
UVA
Ceará; Brasil
carvalhoarruda@yahoo.com.br

E. MESQUITA
Professor, Doutor
CENTRE - FAS
Ceará; Brasil
mesquita.e@outlook.com

RESUMO

Ao longo dos anos as obras de engenharia sofrem a ação do tempo e passam a exibir marcas sutis ou profundas de alterações dos materiais. Na maioria das edificações os elementos construtivos são afetados por uma variedade de agentes externos, como fungos, a própria atmosfera, mudanças climaticas, até mesmo a ação do homem. Os fenomenos patológicos com maior incidência nas paredes são as fissuras, e os defeitos associados à ação da humidade. No entanto, muitas das manifestações patológicas causadas pelos agentes aceleradores da degradação, seriam evitadas se a edificação fosse impermeável à água. Assim sendo, neste trabalho pretende-se estudar o comportamento face à melhoria da permeabilidade das argamassas tradicionais. Com o objetivo de comparar os dois tipos de argamassas, uma feita com um traço referêncial, e a outra feita de um traço adicionado com o pó da carnaubeira. Neste trabalho foram realizados ensaios determinação do índice de consistência, ensaio de determinação da profundidade de carbonatação das argamassas, ensaio de absorção de água por imersão, essas análises da permeabilidade e de carbonatação. Para tal, foram utilizadas argamassas de cimento Portland e cal hidratada, os testes foram feitas nas idades de 7, 14, 28 e 56 dias. Os resultados apontam para melhorias na propriedade de permeabilidade, como também influência na frente carbonatação da argamassa.
Palavras-chave: Carbonatação. Pó da Carnaúba. Argamassas. Melhoria da Estaqueidade.

ABSTRACT

Over the years, engineering works suffer the action of time and begin to display subtle or profound marks of material changes. In most buildings the building elements are affected by a variety of external agents, such as fungi, the atmosphere itself, climatic changes, even the action of man. The pathological phenomena with greater incidence in the walls are the fissures, and the defects associated to the action of the humidity. However, many of the pathologies caused by degradation accelerators would be avoided if the building were impermeable to water. Therefore, this work intends to study the behavior towards the improvement of the permeability of traditional mortars. In order to compare the two types of mortars, one made with a reference trait, and the other made of a trace added with the powder of the carnaubeira. In this work, the determination of the consistency index, the determination of the depth of carbonation of the mortars, the immersion water absorption test, and the permeability and carbonation analyzes were performed. For this, Portland cement mortars and hydrated lime were used, the tests were done at the ages of 7, 14, 28 and 56 days. The results point to improvements in the permeability property, as well as influence on the front carbonation of the mortar.
Keywords: Carbonation. Carnaúba powder. Mortars. Improvement of Stakeability..

1. INTRODUÇÃO

Desde do princípio da humanidade, via a necessidade da evolução dos materiais de construção para contribuir com a melhoria da qualidade de vida. Dentro do meio onde vive, o homem tentou propiciar condições favoráveis para se proteger, descansar e viver, então passou a contruir seus próprios abrigos. Como relatava Costa (2008), o tipo de terreno influenciava a escolha dos materiais de construção, ou seja; em zonas com pedra o modo de construção seria alvenarias em pedra, na ausência desta, utilizaram-se

primeiramente lamas argilosas, que secavam ao sol para erguer paredes, apoiadas em tábuas e paus de madeira. Posteriormente, começaram-se a fabricar elementos mais estruturados, secando ao sol blocos de lama, adobes, frequentemente misturados com palha. Na colagem dos adobes (material vernacular usado na construção civil, considerado como um dos antecedentes históricos do tijolo de barro, e seu seu processo construtivo é caracterizado como uma forma rudimentar de alvenaria), utilizava-se lamas argilosas.

Atualmente, ainda podemos ver estruturas contruídas a mais de 500 anos, cujas alvenarias foram feitas com adobes. No entanto, é fácil indentificar que as edificações construídas com esse método não ofereciam a segurança adequada. Com o passar do tempo certas civilizações desenvolveram uma massa plástica contendo cal, gesso, areia, pedras, fragmentos de tijolo e água, de modo a conferir maior estabilidade às edificações (COSTA,2008).

Hoje em dia, após muitas mudanças, as argamassas são materiais muito empregados na construção civil, sendo bastante utilizadas para o assentamento de alvenarias, revestimento e acabamentos. Como função de revestimento ela protege a estrutura de agentes nocivos, além de trazer um diferencial estético às edificações. Quando se refere à permeabilidade da água no revestimento, propriedade que está relacionada com a estanqueidade do material, deve-se ter atenção especial, pois a impermeabilidade do revestimento é primordial, para que estas argamassas apresentem elevada durabilidade.

A umidade absorvida pela parede está intimamente ligada à ocorrência de manifestações patológicas como: bolor, mofo, descolamento do revestimento e eflorescência (CARASEK, 2010). E apesar do avanço tecnológico no campo das técnicas, também deve-se melhorar os materiais de construção, observa-se que um grande número de edificações, relativamente recentes, apresentam manifestações patológicas diversas. Muito embora haja uma preocupação crescente com a qualidade da construção, onde, para isso alguns cuidados como, o emprego de camadas de recobrimento maiores, um maior controle na qualidade dos materiais empregados na mistura, tem sido tomado como uma das medidas saneadoras. Sendo que a questão da durabilidade dos materiais ainda é um ponto de relevância para o meio técnico-científico.

Para redução do percentuais de manifestações patologicas na edificações, observa-se a necessidade de projetar materias mais eficientes e duradouros. Algumas universidades pelo País desevolvem estudos para a melhorias desses materias, dentre as quais a UVA (Universidade Estadual do Vale do Acaraú) no estado do Ceará, tem realizado pesquisas com a aplicação do pó de carnaubeira na construção civil com base no potencial de produção e exploração deste material. Essas pesquisas visam não só descobrir uma nova utilidade de um material, como também traz junto aos seus resultados todo um impacto para a sociedade nas quais estes grupos de estudos estão inseridos.

A Carnaúba (*Copernícia prunifera*) é uma planta característica do semiárido do Nordeste brasileiro, que possui diversas utilizações devido as suas propriedades químicas, que possibilitam desde sua aplicação na indústria farmacéutica e de cosméticos, até a utilização na fabricação de chips, tintas e vernizes. Também encontrada nos estados do Piauí, Rio Grande do Norte e Maranhão é conhecida como “árvore da vida”, pois ela possibilita a realização de várias atividades econômicas sendo assim responsável pelo surgimento de um novo ciclo econômico nas localidades, o que contribui para ser uma alternativa na composição de renda familiar dos trabalhadores rurais da região (BEZERRA et al., [s.d.]).

Sobre a exploração da cera da Carnaúba, destaca-se a extração da cera que ocorre na estiagem e é totalmente sustentável, visto que o corte retarda o envelhecimento da palmeira e o processo de extração, em nenhuma etapa, agride o meio ambiente. Além disso, a cera é um hidrofugante natural por possuir em sua composição, basicamente, ácidos graxos. Ao final do processo de extração, a cera assume a forma de pó, que é classificado em três diferentes tipos, de acordo com o teor de pureza.

Pesquisas desenvolvidas por Coelho & Mesquita (2010) comprovam a eficiência da utilização do pó de carnaubeira na mistura do concreto como agente redutor da permeabilidade, e consequentemente uma maior durabilidade da estrutura, tendo resultados positivos frente à carbonatação, resistência mecânica, e permeabilidade do material. E partindo dos resultados da pesquisa desses estudiosos, neste trabalho proucura-se realizar a utilização do pó da carnaubeira em agamassas para analisarmos as potênciais melhorias desse material.

Helene & Pereira (2007) estimam que 21% das manifestações patológicas são caracterizadas pelo surgimento de manchas nas paredes, ocasionadas até mesmo pela absorção de umidade do meio. Daí a necessidade em se melhorar a propriedade de permeabilidade das argamassas, sendo que tal melhoria também tráz a reduz da carbonatação, onde, certamente, contribuirá para uma maior vida útil das estruturas.

2. PROGRAMA EXPERIMENTAL

Para a produção das argamassas, Figura 1, foi utilizada areia de rio lavada, com modulo de finura igual a 2,6. O cimento utilizado foi do tipo CPII-Z-32 RS, sendo este o tipo mais utilizado na região norte do estado do Ceará, sendo esse o motivo da escolha. As argamassas foram preparadas e moldadas conforme a NBR 5738 (ABNT, 2003).

Figura 1 – Argamassa com adição do pó de carnaúba



Fonte: Autor , 2017.

Para o estudo foi utilizado o traço 1:4 como base, variando-se para cada serie a relação água/cimento. A quantidade de pó cerífero adicionado a mistura foi o mesmo utilizado por Coelho & Mesquita (2010), pois segundo o estudo dos autores esse é o teor que apresenta os melhores resultados no que diz respeito à permeabilidade de concretos, sendo este igual a 5% sobre a massa do cimento.

O pó de carnaubeira utilizado foi o passante na peneira # 100 (ABNT), com granulometria menor que 150 µm. As amostras referenciais foram confeccionadas de acordo com o traço especificado, variando a relação água aglomerante em 0,55 e 0,65, tanto parra as argamassas referenciais quanto para as com adição do pó. Foram moldados 3 corpos de prova para cada idade de ensaio. Após o período de cura úmida de 7 dias os corpos de prova foram colocadas em condições normais de ambiente e ensaiadas nas idades de 7,14,28 e 56 dias.

2.1 Determinação do Índice de Consistência

Para a realização do ensaio de determinação do índice de consistência das argamassas, Figura 2, foi consultada a NBR 13276 (ABNT, 2016): após a preparação da argamassa preenche-se o molde tronco cônico, que deve estar centralizado na mesa. Durante o preenchimento do molde, a argamassa foi distribuída em três camadas, onde foram aplicados 15, 10 e 5 golpes respectivamente. Foi então feito o rasamento da argamassa, e retirado o excesso. Posteriormente foi acionada a manivela, de maneira que a mesa subiu e desceu 30 vezes. Após a ultima subida foi então realizada a medição do espalhamento com o paquímetro. Conforme cita a norma brasileira.

Figura 2 – Determinação do indice de consistência da argamassa 5% do pó de carnaubeira

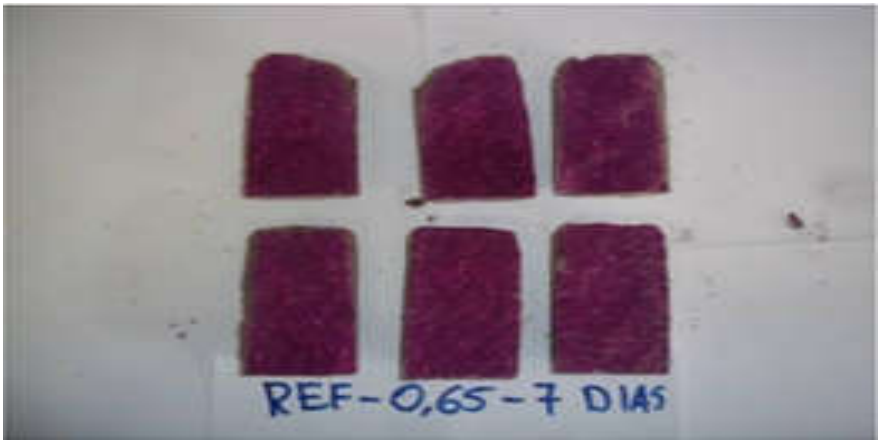


Fonte: Autor , 2017.

2.2 Determinação da Profundidade de Carbonatação

No presente estudo a medição da frente de carbonatação foi realizada utilizando o método colorimétrico: utilizando um borrifador com a solução alcoólica de fenolftaleína a 1%, na qual aspergem-se nas superfícies internas dos corpos de prova após rompimento no sentido diametral a solução, e observa-se a mudança de coloração das mesmas. Após a reação da fenolftaleína com os produtos da argamassa, a zona carbonatada apresenta-se incolor, e a não carbonatada apresenta uma coloração rosada, sendo possível medir a profundidade da frente de carbonatação. A profundidade da frente de carbonatação foi feita através da medição com paquímetro aferido, sendo feitas quatro medições em pontos representativos do perfil carbonatado e feita a média das profundidades encontradas, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 – Ensaio de determinação da profunidade de cabonatação das argamassas



Fonte: Autor , 2017.

2.3 Absorção de Água por Imersão

Na busca por parâmetros de permeabilidade e porosidade das argamassas foram realizados uma serie de ensaios conforme a NBR 9778 (ABNT, 2005). Após o período de secagem em estufa de 72 horas, foram determinadas as massas secas das amostras, em as argamassas foram imersas em água com temperatura controlada de 25°C por 72 horas. Após isso foram determinadas as massas saturadas, em seguida as amostras foram novamente imersas em água e levadas à fervura por 5 horas, depois de fervidas e resfriadas naturalmente por 14 horas, as argamassas foram novamente pesadas, obtendo assim a massa da amostra saturada após imersão e fervura. Com base nestas foram determinadas a absorção, o índice de vazio e a massa especificam das amostras. A execução do ensaio é mostrada na figura 4.

Figura 4 – Realização de ensaio de absorção de água por imersão

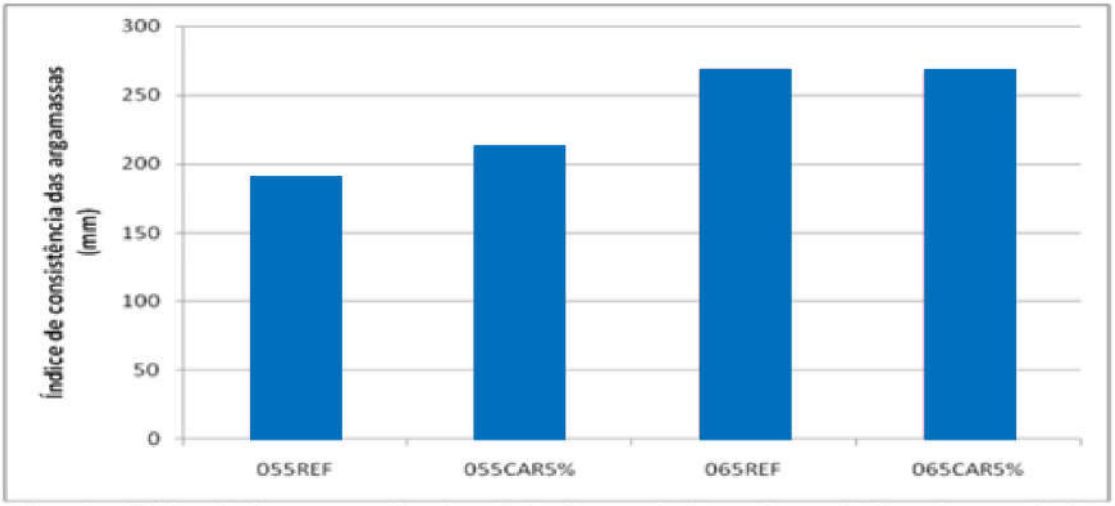


Fonte: Autor, 2017

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos pela realização do ensaio de determinação do índice de consistência de argamassas, normatizado pela NBR 13276 (ABNT, 2016), apontam que não há influência da adição do pó de Carnaubeira na consistência das argamassas. O gráfico 1 traz os resultados do ensaio para as duas relações água/cimento analisadas, 0,55 e 0,65. O índice de consistência das argamassas com relação a/c 0,55 apresentou uma variação de 9%, o que não é significativo; já para as argamassas com relação a/c 0,65 não há diferença de consistência.

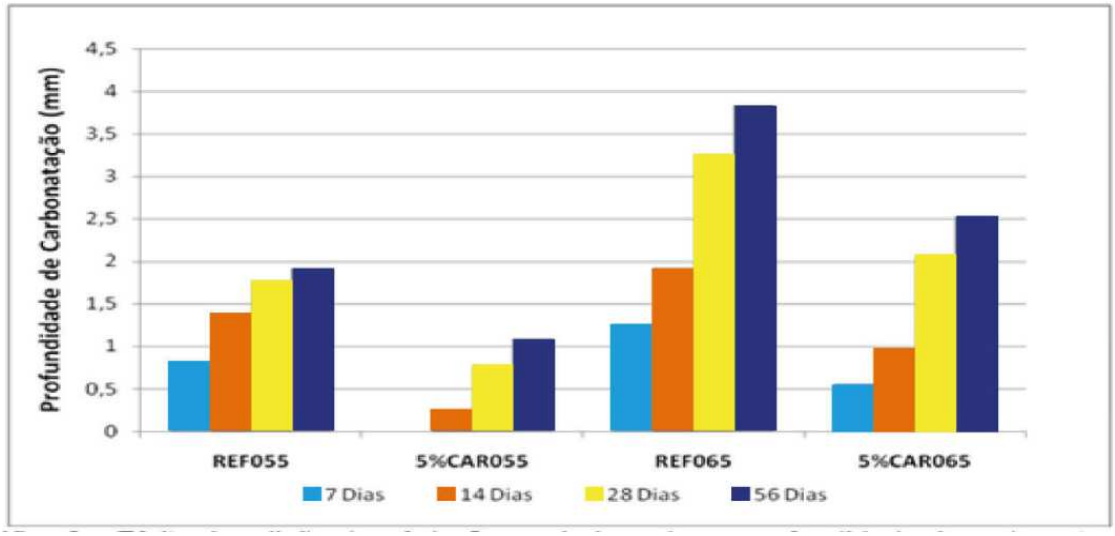
Gráfico 1 – Efeito da incoporação do pó de canaubeira sobre o índice de consistência das argamassas



Fonte: Autor , 2017.

O ensaio de determinação da profundidade de carbonatação permitiu a verificação do alto potencial do pó de carnaubeira em manter a alcalinidade do material cimentício. O gráfico 2 mostras uma comparação dos resultados obtidos pelo ensaio determinação da profundidade de carbonatação das argamassas para as idades de 7, 14, 28 e 56 dias, onde percebe-se que as argamassas com mesma relação água cimento apresentam uma profundidade de carbonatação maior para as amostras sem a utilização do pó de Carnaubeira.

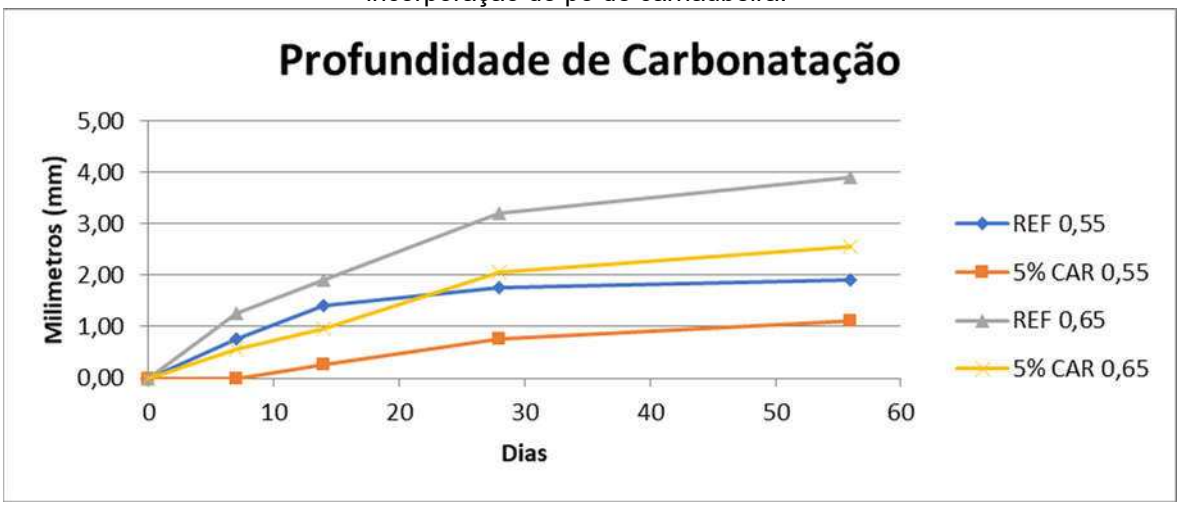
Gráfico 2 – Efeito da incoporação do pó de canaubeira sobre a profundidade de carbonatação das argamassas: comparativo entre os resultados obtidos para as duas relações a/c nas idades 7, 14, 28 e 56 dias.



Fonte: Autor , 2017.

Para que fossem melhor visualizados e analisados os resultados referentes ao fenômeno de Carbonatação das argamassas com pó de carnaubeira foram confeccionados gráficos por idade com as duas relações água cimento. Pelo gráfico 3, onde são apresentado as profundidades de carbonatação das argamassas para a idade de 7, 14, 28 e 56 dias, percebe-se que a relação a/c 0,55 apresentou uma redução de 100%. Já para a relação a/c 0,65 a redução ocorreu na ordem de 56%.

Gráfico 3 – Redução da carbonatação das amostras de argamassas para a idade de 7, 14, 28 e 56 dias pela incorporação do pó de carnaubeira.

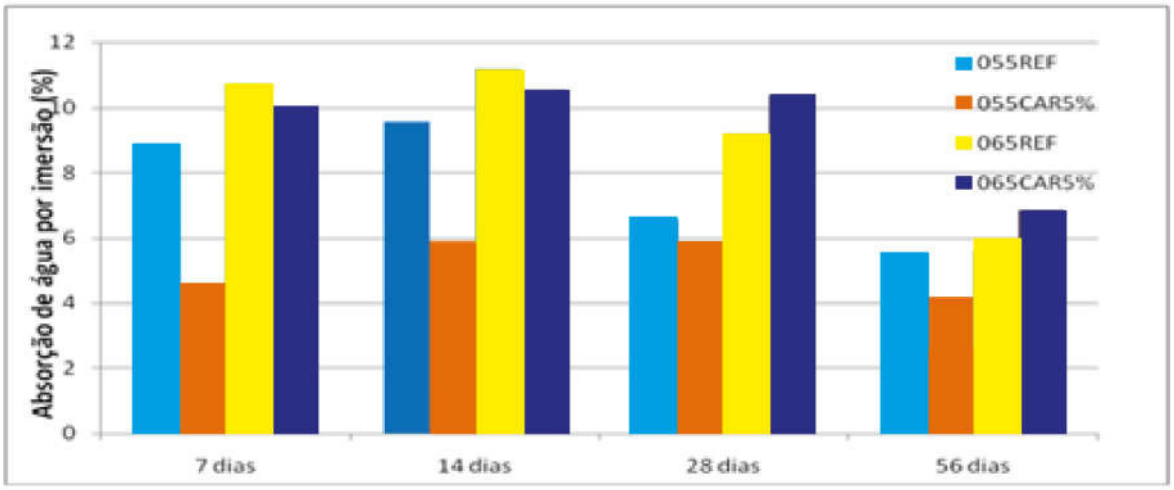


Fonte: Autor , 2017.

Para todas as idades do traço com a adição do pó da canaubeira, fica claro as reduções na despassivação da matriz cimentícia para a relação a/c 0,55 e a/c 0,65. Os resultados são ilustrados no gráfico 4.

No gráfico 4 são comparados os resultados do ensaio de absorção de água por imersão para todas as idades. Percebe-se que ocorrem reduções na absorção de água das argamassas, e que esta propriedade se manteve para todas as idades. Observa-se que para uma relação água/cimento menor a eficiência de atuação do pó de carnaubeira é melhor evidenciada.

Gráfico 4 – Efeito da incorporação do pó de carnaubeira sobre a absorção de água por imersão das argamassas.



Fonte: Autor , 2017.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstram a eficiência da utilização do pó de Carnaubeira como aditivo para redução da permeabilidade: Através da realização deste programa experimental conclui-se que: A utilização do pó de Carnaubeira como aditivo as argamassas não alteram a propriedade reológica da mistura para o teor de 5% e as relações água/cimento 0,55 e 0,65;

A adição mostrou-se uma considerável atuação na diminuição da profundidade de carbonatação. Onde se verifica reduções para todas as idades, nas duas relações água/cimento estudadas, sendo que a diminuição da frente de carbonatação ocorre em maior escala para a argamassa com menor relação água/cimento. O pó de Carnaubeira utilizado mostrou-se bastante eficiente também, na redução da permeabilidade das argamassas. Pelos ensaios realizados verificou-se que ocorreram reduções nas taxas de absorção de água para todas as idades. E que devido a uma redução na porosidade da argamassa, as amostras com relação a/c menor apresentaram maiores resultados de redução;

Percebe-se que o presente trabalho pode contribuir de maneira considerável aos estudos de melhoria na tecnologia das argamassas, uma vez que pela redução dos parâmetros definidores da durabilidade, como profundidade de carbonatação e permeabilidade, o aditivo certamente contribuirá para uma vida útil maior destas misturas. Uma aplicação recomendável para utilização deste aditivo é para a produção de argamassas de reparo estrutural ou como reboco ou emboço de fachadas, porém ainda deve ser feitos outros ensaios para consolidão da utilização desse produto, para tais finalidades.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: **Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova.** Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

_____. NBR 13276: **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência**. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

_____. NBR 9778:Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. 1996. Rio de Janeiro, 2010.

BEZERRA, E. et al. **A Cera de Carnaúba: Origem, Produção e Mercados.VIII Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial**, [s.d.].

COSTA, L. L.. O uso de Argamassas Tradicionais e Pré-doseadas para Impermeabilização em Revestimentos Exteriores. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Vila Real.

COSTA, P. L.. PATOLOGIAS DO PROCESSO EXECUTIVO DE REVESTIMENTOS DE FACHADA DE EDIFÍCIOS. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

PAULETTI, C.; **Análise comparativas de procedimentos de ensaios acelerados de carbonatação.** Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: UFRGS, 2004.

COELHO, F. C. A.; MESQUITA, E. F. T.; MARQUES, A. S. **Análise da Incorporação do Pó de Carnaubeira Sobre as Propriedades de Durabilidade do Concreto Auto-adensável.** 2010. In: 52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO. Fortaleza: 2010.

COELHO, F. C. A.; MESQUITA, E. F. T.; MARQUES, A. S. **Comportamento Mecânico do Concreto Auto-adensável com Incorporação do Pó de Carnaubeira**. 2010. In: 52º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO. Fortaleza: 2010.

CARASEK, H. **Materiais de construção civil e principios de ciências e engenharia de materiais.** ed. G. C. Isaia. 2 ed. São Paulo, IBRACON, 2010, 1 v. p.894.

HELENE, P.; PEREIRA, F.; Rehabilitación y mantenimiento de estructuras de concreto. São Paulo: 2007.

COUTINHO, JOANA (2002): "**Ciência dos materiais** – 1ª parte documento provisório". Internet. Disponível em. http://civil.fe.up.pt/pub/apoio/ano1/CienciaDosMateriais/apontamentos/teorica_20022003/JSC_105a125.pdf. Janeiro 2008.

Silva, Narciso: "**Argamassa de revestimento de cimento, cal e areia britada de rocha calcária**". Dissertação de Mestrado. Universidade federal do Paraná. Curitiba. Brasil, 2006.