

Influência dos agentes de desforma na qualidade final dos elementos de concreto

Influence of release agents on the final
quality of concrete elements

Paulo Ricardo Alves dos Reis Santos¹, Gabriel Gregório Sousa Pereira¹,
Hudson Chagas dos Santos¹, Haroldo Reis Alves de Macêdo²,
Max Silva de Almada³, Lirana Lamara Barreto da Silva³

¹Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina Central, Departamento de Engenharia de Materiais (PPGEM), Rua Álvaro Mendes, n. 94, Centro (Sul), 64000-060, Teresina, Piauí, Brasil.

²Instituto Federal do Piauí, Campus Picos, Departamento de Física, Avenida Pedro Marques de Medeiros, S/N, Bairro Pantanal, CEP: 64605-500, Picos, Piauí, Brasil.

³UniFacema, Departamento de Engenharia Civil, Rua Aarão Reis, n. 1000, Centro, 656060-020, Caxias, Maranhão, Brasil.

e-mail: pauloricardo.ars@gmail.com, gabriel.ggsp@gmail.com, hudson@ifpi.edu.br, haroldo-ram@ifpi.edu.br, maxalmada.eng@gmail.com, liranalamara11@gmail.com.

RESUMO

Este artigo tem como objetivo destacar a influência dos agentes de desforma na qualidade final dos elementos de concreto, frisando as principais consequências e patologias relacionadas ao tipo de desmoldante utilizado, execução da aplicação e limpeza pós desforma. Nesse sentido, busca-se realizar um estudo pautado na revisão integrativa, tendo sido analisadas obras pertinentes ao conteúdo abordado, tomando por base artigos publicados em periódicos e levantamento bibliográfico relevante ao estudo. O banco de dados construído levou em consideração principalmente o relacionamento das obras com o objetivo da pesquisa e utilizou as seguintes fontes de pesquisa: SCIELO, Portal Capes, Google Acadêmico e Science Direct, bem como foram utilizados resultados de dissertações para a construção das discussões da pesquisa. A partir destes, implementou-se uma análise qualitativa das obras e concluiu-se que o uso de maneira errônea dos desmoldantes resulta em uma série de patologias tais como manchas, quebras na seção do elemento de concreto, surgimento de bolhas e/ou vazios na superfície do elemento de concreto, assim como problemas de aderência com revestimentos.

Palavras-chave: Desmoldantes, agentes de desforma, qualidade final, elementos de concreto.

ABSTRACT

This article aims to highlight the influence of deformation agents on the final quality of concrete elements, highlighting the main consequences and pathologies related to the type of release agent used, application execution and post-deformation cleaning. In this sense, we seek to conduct a study based on the integrative review, having analyzed works relevant to the content covered, based on articles published in journals and bibliographic survey relevant to the study. The database built took into consideration mainly the relationship of the works with the research objective and used the following research sources: SCIELO, Portal Capes, Google Scholar and Science Direct, as well as the results of dissertations were used to build the discussions of search. From these, a qualitative analysis of the works was implemented and we concluded that the misuse of the release agents results in a series of pathologies such as stains, breaks in the section of the concrete element, the appearance of bubbles and / or voids on the surface of the concrete element, as well as adhesion problems with coatings.

Keywords: Release agents, demolding agents, final quality, concrete elements.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é o setor que cumpre um dos papéis mais importantes no desenvolvimento de um país. Logo, destaca-se a necessidade de tecnologias que melhorem a qualidade dos produtos empregados nas mais diversas aplicações dessa área, nesse sentido, surge o interesse pelo controle de qualidade do concreto moldado in loco, o qual é feito com o uso de fôrmas e desmoldantes.

Os agentes de desforma ou desmoldantes são materiais utilizados para separar os elementos de concreto das fôrmas utilizadas para moldar o formato final do concreto endurecido, prevenindo a adesão entre estes e facilitando a desforma, através da aplicação de uma camada oleosa fina que separe os dois [1]. Segundo ABBATE [2], a formação da fina película na interface forma-concreto, além de facilitar a retirada da forma, aumenta a possibilidade de reaproveitamento da mesma e propicia uma melhor superfície aparente para o concreto.

Os desmoldantes convencionais mais recorrentes no mercado são principalmente compostos de óleo mineral, solução que deposita resíduos do material na superfície do concreto após realizada sua desforma. Nesse sentido, essa remoção precária dos resíduos de desmoldantes ocasiona uma série de patologias em vários aspectos, tais como problemas associados no revestimento posteriormente aplicado, manchas, quebras na seção do elemento de concreto e surgimento de bolhas e/ou vazios na superfície do elemento de concreto.

Nesse sentido, é possível classificar os agentes de desforma em dois principais tipos: os reativos (ativos quimicamente) e os não reativos. Os agentes não reativos criam uma “barreira” que separa a fôrma do concreto fresco, são exemplos: o óleo diesel, óleo de cozinha, cera de parafina e dentre outros. Geralmente, este tipo de agente deixa buracos e manchas na superfície do concreto. A evaporação do óleo durante o período de secagem do concreto deve ser precavida e regulada. Já os agentes reativos incluem uma variedade enorme de materiais. A reação química que classifica estes como reativos é justamente a combinação do ativo, geralmente é algum tipo de ácido, com a cálcio (cal) presente na pasta de concreto fresca. Esta aplicação produz menos buracos, manchas e irregularidades na superfície do concreto enrijecido [2].

Nesse sentido, o agente de desforma deve ser escolhido levando em consideração o tipo de forma que será utilizada na moldagem do elemento, a duração de sua utilização e os fatores condicionantes durante a aplicação do produto, estes aspectos que são determinantes para obtenção da qualidade necessária para a função que o elemento de concreto estará exercendo [3]. Portanto, faz-se essencial o entendimento do impacto desses fatores na qualidade final dos elementos de concreto.

Segundo a revista científica CONCRETE CONSTRUCTION [4], os agentes de desforma podem ser classificados nos seguintes tipos:

- Óleos petrolíferos: produzem uma boa desforma do elemento de concreto e uma coloração uniforme do concreto, entretanto, deixam mais buracos na superfície do elemento, se este não for aplicado com adição de agentes de hidratação, do que outros desmoldantes e caso seja aplicado em excesso causa manchas no concreto, sendo este tipo de desmoldante mais barato e podendo ser aplicado em todo tipo de fôrma;
- Emulsões: podem se apresentar hidrofílica, solúvel em água, ou hidrofóbica, insolúvel em água, sendo que todas as emulsões congelam em regiões de clima frio, porém custam menos que os óleos petrolíferos, e podem ser divididas em emulsões de água em petróleo, emulsões de petróleo em água e outros tipos;
- Ceras: funcionam bem em fôrmas essencialmente de concreto, possuindo excelentes características de desforma, mas apresenta dificuldades na sua aplicação, os resíduos de cera na superfície do concreto geram má aderência deste com a pintura;
- Agentes não reativos com solvente volátil: são geralmente compostos por um solvente volátil derivado do petróleo e ingredientes ativos como ceras, silicones, resinas sintéticas ou soluções insolúveis em água, além disso, nesse tipo o solvente petrolífero evapora, dessa maneira o concreto não adquire manchas, porém é mais cara que óleos e emulsões;
- Agentes quimicamente ativos contendo ácidos graxos: são aqueles que reagem com os álcalis do concreto, reduzem o surgimento de furos na superfície do elemento de concreto, sendo que os ingredientes suspensos no destilado volátil, secam na superfície da fôrma e resistem a lavagem da chuva, sendo que o excesso de aplicação pode deixar a superfície do concreto pulverulenta, sendo mais caro para o volume a ser utilizado, mas a taxa de cobertura é geralmente melhor.

De tal modo, o presente artigo tem como objetivo destacar a influência dos agentes de desforma na qualidade final dos elementos de concreto, frisando as principais consequências e patologias relacionadas ao tipo de desmoldante utilizado, execução da aplicação e limpeza pós desforma.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Desenvolveu-se um estudo bibliográfico de periódicos com base na pesquisa de artigos publicados e com metodologia de revisão integrativa. Sendo a busca de anterioridade de artigos executadas nas bases de banco de dados dos periódicos SCIELO, Portal Capes, Google Acadêmico e Science Direct, bem como foram utilizados resultados de dissertações para a construção das discussões da pesquisa.

Nesse sentido, a revisão integrativa é uma metodologia que procura reunir e sistematizar obras, artigos e trabalhos acadêmicos que abordam determinado tema, no caso desse artigo as pesquisas foram realizadas de maneira a rastrear artigos relacionados a utilização de desmoldantes, a influência da tipologia no resultado final, metodologia de aplicação, assim como as principais patologias relacionadas, para isso empregou-se palavras-chave de pesquisa tais como “demolding/release and agents and concrete”. Além disso, os critérios de inclusão de obras foram determinados de modo que os artigos analisados fossem publicados em português ou inglês, que retratassem a temática do uso de desmoldantes.

De acordo com o diagrama de fluxo apresentado na Figura 01 abaixo, tem-se uma sinopse dos resultados levantados pela pesquisa nos referentes bancos de dados analisados, destacando seu processo de identificação, triagem e elegibilidade das obras selecionadas, assim como o número de registros encontrados, incluídos ou excluídos, e o motivo de suas eliminações.

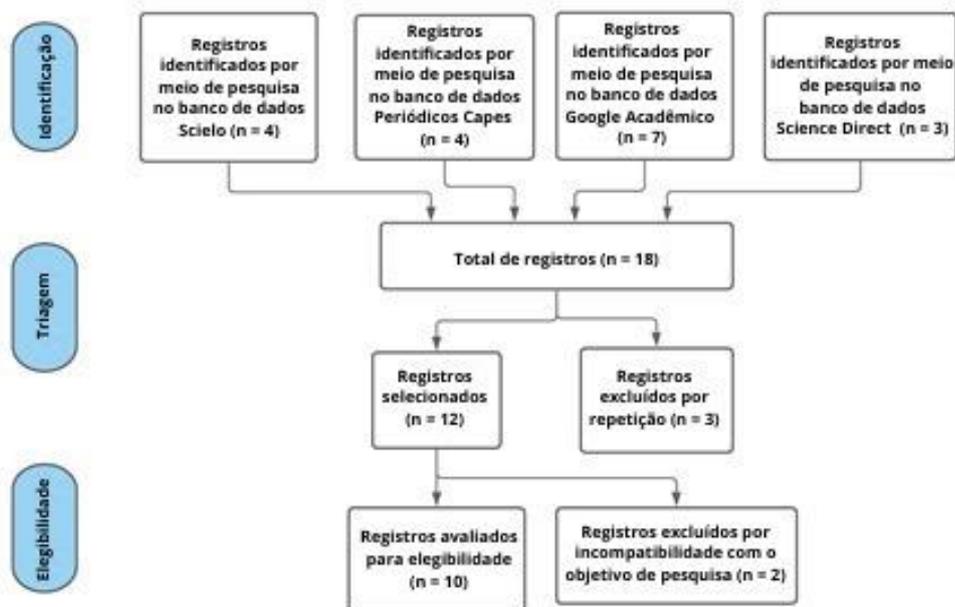


Figura 1: Diagrama Prisma Flow (Fonte: elaborado pelos autores).

O conjunto amostral final obtido através da revisão integrativa é constituído de dez obras, sendo duas dissertações de mestrado, um trabalho de conclusão de curso, cinco artigos científicos e um capítulo de livro eletrônico, selecionados através dos critérios já explicitados. Destas obras, uma foi encontrada na base de dados do Repositório Institucional da Universidade de São Paulo, uma do Repositório Institucional da Universidade Federal do Paraná, uma do Repositório Institucional do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, um artigo da Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo, um artigo no periódico científico Construction and Building Material, um artigo da Revista de Ciencia y Tecnología del Hormigón, dois artigos no periódico científico Materials and Structures, um artigo da revista Concrete Construction, um no livro eletrônico da Cresset Chemical Company. Por conseguinte, buscou-se analisar os dados de maneira qualitativa e descritiva.

3. RESULTADOS

O quadro apresentado abaixo organiza a análise de revisão integrativa realizada sobre as obras, assim como o diretório, de cada obra, onde foi coletado, procedência, título e seus autores. Além disso, estabeleceu-se os principais resultados e conclusões sobre cada uma das obras como é demonstrado no Quadro 01.

Quadro 1: Resultados e conclusões das obras escolhidas (Fonte: Elaborado pelos autores).

DIRETÓRIO	PROCEDÊNCIA	ANO DE PUBLICAÇÃO	TÍTULO DA OBRA	AUTORES	RESULTADOS E CONCLUSÕES
Google Acadêmico	Repositório Institucional da Universidade de São Paulo	2012	Emprego de agentes retardadores em substituição aos desmoldantes convencionais na moldagem de concreto para recebimento do revestimento das argamassas.	ASSALI, M. P.	Demonstra a viabilidade no uso de agentes retardadores em substituição aos desmoldantes convencionais na moldagem do concreto, pois estes melhoram a aderência da argamassa em todos os tipos de forma.
Science Direct	Periódico Científico Construction and Building Materials	2015	Correlation between adhesion energy of release agents on the formwork and demoulding performances.	LIBESSART, L.; CARO, P. de; DJELAL, C.; DUBOIS, I.L.	Relaciona a energia de adesão de diferentes tipos de desmoldantes com as propriedades visuais e de qualidade dos elementos de concreto, destacando os melhores resultados provenientes do uso de desmoldantes de óleos vegetais.
Portal CAPES	Periódico Científico Materials and Structures	2008	Comprehension of demoulding mechanisms at the formwork/oil/concrete interface.	LIBESSART, L.; CARO, P. de; DJELAL, C.; PÉBÈRE, N.	Analisa a performance dos agentes de desforma em decorrer dos parâmetros de nível de fricção e resistência a transferência de carga, evidenciando o melhor desempenho dos desmoldantes de óleos vegetais.
Portal CAPES	Periódico Científico Materials and Structures	2010	Influence of the application method of release agents on thickness of mould oils.	DJELAL, C.; VANHOVE, Y.; CHAMBELLAN, D.; BRISSET, P.	Relaciona a espessura do desmoldante aplicado com os aspectos de desforma e qualidade final do elemento de concreto moldado, sendo que aqueles com espessura mais fina resultam em elementos com estéticas melhores.

Science Direct	Livro Eletrônico Cresset Chemical Company	2009	Release Agents – What are they? How do they work?	BATY, G.; REYNOLDS, R.	Destaca o funcionamento dos agentes desmoldantes e o impacto do tipo de spray utilizado na qualidade do elemento de concreto.
Portal CAPES	Periódico Científico Materials and Structures	2002	Role of demoulding agents during self-compacting concrete casting in formwork	DJELAL, C.; VANHOVE, Y.; CARO, P. de; MAGNIN, A.	Relaciona tensão de cisalhamento na espessura da camada lubrificante e o comportamento granular que ocorrem na superfície do concreto com o agente de desforma.
Science Direct	Revista Concrete Construction	1984	Choosing a release form agent	REVISTA CONCRETE CONSTRUCTION	Destaca a importância de escolher o desmoldante de acordo com o tipo de forma a ser utilizada.
Google Acadêmico	Repositório Institucional da Universidade Federal do Paraná	2009	Estudo das manifestações patológicas na produção de pré-fabricados de concreto.	MOREIRA, K. A. W.	Ressalta as principais manifestações patológicas que ocorrem em elementos pré-fabricados de concreto, dentre estas as relacionadas ao mau uso de desmoldantes.
Google Acadêmico	Repositório Institucional do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná	2002	Estudo comparativo da permeabilidade em concretos pré-moldados em função do fator água/cimento e consumo de cimento.	FACHINETTO, F.; CAMARGO, L.	Aborda a retenção de água na superfície do elemento de concreto moldado devido ao tipo de desmoldante utilizado, sendo a causa das bolhas no mesmo.
Google Acadêmico	Revista Ciencia y Tecnología del Hormigón	2008	Evaluación de la calidad superficial del hormigón autocompactante.	LÓPEZ, A.; TOBES, J. M.; GIACCIO, G.; ZERBINO, R.	Analisa a qualidade da superfície do concreto autoadensável em relação a diferentes tipos de desmoldantes.
Google Acadêmico	Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo	2021	Processo produtivo de elementos pré-moldados de concreto armado: detecção de manifestações patológicas.	MILANI, C. J.; BOESING, R.; PHILIPPSEN, R. A.; MIOTTI, L. A.	Realiza uma análise entre as principais patologias ocorridas em elementos de concreto pré-moldados,

					dentro de uma amostra empresarial.
--	--	--	--	--	------------------------------------

4. DISCUSSÃO

4.1 Influência das propriedades tensoativas dos desmoldantes

Segundo LIBESSART [3], para se obter uma superfície escassa em defeitos, os produtos devem apresentar fácil espalhamento e boa capacidade de recobrimento da superfície da fôrma, de maneira que esta seja preenchida uniformemente, para isso é possível destacar dois critérios para obtenção de concreto aparente:

- Molhabilidade: É determinada por meio da medição do ângulo de contato situado entre a fôrma e o desmoldante, sendo esta a característica do líquido permanecer em contato com a superfície sólida, e o grau de molhabilidade representa justamente o equilíbrio das forças de aderência e coesão.
- Adesão: Determinada através da tensão superficial de líquido/vapor (L/V), a qual é determinada através da lâmina de Wihelmy. Onde a tensão surge devido ao equilíbrio entre os átomos e moléculas no estado líquido ser quebrado quando as moléculas se encontram na interface de separação (L/V), resultando em uma tensão superficial. O produto deve apresentar uma boa adesão, para evitar que o concreto remova este quando feita sua moldagem.

Em conformidade com DJELAL *et al.* [5], os desmoldantes baseados em óleos vegetais, que podem ser utilizados juntamente a solventes, possuem propriedades de superfície apropriadas para as aplicações de desmolde, já que estes melhoram a molhabilidade e moderam a tensão superficial entre o elemento de concreto e a fôrma.

Além disso, estes desmoldantes de base vegetal melhoram o condicionamento final visual do elemento moldado em relação ao uso convencional de desmoldantes a base de óleo mineral. A menor espessura da camada de óleo vegetal faz se obter superfícies de alta qualidade sem quaisquer defeitos [6].

Em concordância com MILANI [7], a utilização de desmoldantes que possuam característica de alta viscosidade, que é a propriedade do fluido em resistir ao escoamento, aliado a falta de aplicação de pulverizadores manuais ocasiona no concreto o surgimento de manchas.

ASSALI [8] destaca que o uso de agentes retardadores, juntamente aos agentes de desforma, resultam numa qualidade final aprimorada dos elementos de concreto, ao passo que estes agentes classificados como produtos reativos funcionam criando uma barreira entre a superfície de concreto e a fôrma, a qual atua retardando a hidratação do cimento e facilitando a remoção desta camada.

4.2 Influência da forma de aplicação dos desmoldantes

Os desmoldantes devem ser aplicados de maneira mais homogênea possível em toda a fôrma, sendo que a superfície deve estar limpa e uniforme para evitar futuras patologias. Nesse sentido, estes são aplicados com spray ou bocal dependendo da situação, e o excesso deverá ser removido com trapo ou raspador, caso seja necessário [5].

A escolha do tipo de equipamento para aplicação é de suma importância, posto que o tipo de spray diminui a dimensão das gotículas do produto desmoldante. Nesse sentido, sprays que possuem sua ponta achatada produzem gotículas menores que ajudam a produzir camadas mais finas, utilizando menos material, e condicionando uma melhor aparência para o concreto. Já os sprays com as pontas com cones ôcos produzem gotículas 40% maiores, e os que possuem cones completos, o tipo mais comum no mercado, chegam a produzir gotículas cerca de 300% maiores do que os de ponta achatada [2]. Os modelos das pontas são demonstrados na Figura 02.

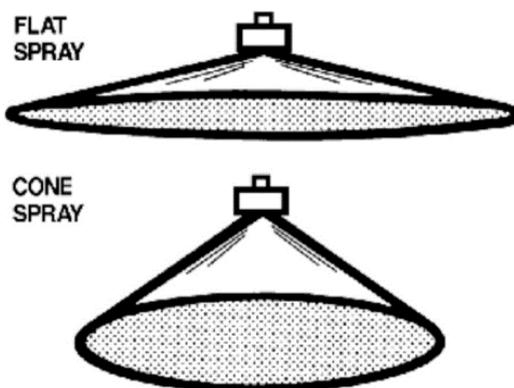


Figura 2: Modelos de pontas - Flat Spray (Spray de ponta achatada) e Cone Spray (Fonte: BATY; REYNOLDS, 2009 [2]).

A pressão do spray também afeta a qualidade do mesmo, ao passo que pressões maiores produzem gotículas menores, um benefício, que também aumenta o volume fluindo através da ponta, um ponto negativo. O recomendado são sprays com pressão entre 30 a 60 psi, que possibilitam a produção de uma camada fina uniforme ao longo da superfície da forma. A temperatura tem efeito minoritário no procedimento do spray, no entanto, regiões de clima frio e temperaturas baixas aumentam a viscosidade do óleo, o que arruína o padrão do spray, a solução neste caso é o uso de ingredientes ativos (ácidos graxos) para ajudar a assegurar uma boa e limpa desforma quimicamente [2].

Além disso, quanto a aplicação de desmoldantes realizada com broxas, ou rolos, é comum que ocorra falta de uniformização na distribuição superficial, provocando diferentes concentrações de desmoldantes em determinados locais da forma [8].

4.3 Principais defeitos no concreto associados ao uso incorreto dos desmoldantes

Em decorrência da utilização inapropriada de produtos desmoldantes, isto é, sem que conheça tecnicamente suas propriedades para uma aplicação adequada, alguns defeitos poderão surgir nos elementos moldados, como por exemplo: manchas, bolhas (poros) na superfície do elemento moldado e quebras de parte da seção do mesmo.

De acordo com MOREIRA [6], as manchas nas superfícies do elemento de concreto moldado, semelhante às apresentadas na Figura 3, têm seu surgimento em consequência da solubilidade em água do desmoldante utilizado, estes que quando são aplicados em regiões com ambientes expostos à chuva, acabam sendo removidos antes de atingirem o tempo de moldagem adequado e, conseqüentemente a superfície apresentará manchas.



Figura 3: Manchas na superfície do elemento de concreto (Fonte: LIBESSART *et al.*, 2015 [9]).

As bolhas são patologias que ocorrem em decorrência da utilização inadequada dos agentes de desforma. A utilização de óleos e graxas residuais, comumente empregadas nos canteiros de obras, ocasionam

retenção da água superficial, o que conseqüentemente, origina bolhas e vazios no elemento de concreto moldado em seu estado endurecido [10].

JOUKOSKI *et al.* [11], após terem realizados ensaios em óleo reciclados de motor, constataram que estes, quando utilizados como desmoldantes, reagem com a alcalinidade do concreto, havendo assim saponificação, o que leva, portanto, a produção de uma espuma semelhante a bolhas de sabão, as quais acabam impregnando a peça de concreto. Conforme é apresentado na Figura 4 a seguir, é perceptível a existência de vazios formados em decorrer das bolhas.



Figura 4: Bolhas na superfície do elemento de concreto (Fonte: MILANI *et al.*, 2012 [7]).

Ainda com relação as bolhas, sabe-se que estas são altamente prejudiciais à durabilidade dos elementos, pois são portas de entrada para a penetração de umidade, água e gases para a região interior do concreto, podendo atingir à armadura, o que conseqüentemente acaba comprometendo a capacidade resistente da estrutura, reduzindo assim, sua vida útil. Além disso, as bolhas acabam comprometendo a estética do elemento, nos casos em que se opta por deixar o concreto aparente, pois são defeitos visíveis a olho nu [12].

Já as patologias de descolamento, semelhante ao apresentado na Figura 5, ocorrem devido aos resíduos de desmoldantes na superfície do elemento de concreto moldado, principalmente os resíduos de cera, principais responsáveis pela falta de aderência deste com a pintura [3].



Figura 5: Descolamento de placas coesas com ruptura na interface chapisco/substrato (Fonte: CARASEK; CASCUDO; JUCA, 2005 [13]).

Ademais, o aspecto pulverulento ou descamação do concreto é provocado pela utilização de desmoldantes de baixa resistência, ou até mesmo pela falta de aplicação em quantidade suficiente deste, assim como a remoção prematura dos moldes também pode ser uma das causas [14].

Segundo MOREIRA [7], as quebras de parte da seção do elemento originam-se devido a desmoldagem inadequada, em conjunto com a aplicação de desmoldantes incompatíveis com a fôrma utilizada, o que, por conseguinte, dificulta o mecanismo de remoção desta, provocando a quebra em pontos localizados do concreto.

5. CONCLUSÕES

De acordo com o estudo realizado, pode-se afirmar que as principais patologias relacionadas a utilização inadequada dos produtos de desforma são: manchas, bolhas, falta de aderência entre o concreto e o revestimento, furos na superfície do elemento moldado, superfície de concreto pulverulenta e quebras ao longo da seção do elemento de concreto.

Nesse sentido, destaca-se a importância da escolha do tipo dos agentes de desforma da melhor maneira possível para cada situação de uso, uma vez que estes têm interações importantíssimas de aderência, entre o tipo de forma e o elemento de concreto, advindas das diferentes composições, desempenhos e reações entre estes.

Da mesma maneira, deve-se estar analisando o modo de aplicação dos agentes de desmolde, dado que o tipo de spray utilizado, ângulo e velocidade de aplicação do desmoldante e ainda a tensão superficial são fatores que impactam diretamente nos resultados finais provenientes desta etapa, além disso outra fase importante é o desmolde dos elementos de concreto moldados, estágio no qual pode ocorrer rupturas e quebras de seção se executada de maneira errônea.

Portanto, torna-se evidente que os desmoldantes utilizados na moldagem de elementos de concreto influenciam diretamente na qualidade final destes, de tal modo sendo necessário analisar qual tipo de desmoldante será a escolha certa para se obter resultados de boa qualidade, ao passo que as propriedades destes têm impacto no aspecto superficial e qualitativo do elemento de concreto moldado.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] MARANHÃO, G.M. *Fôrmas para concreto: subsídios para a otimização do projeto segundo a NBR 7190/97*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, Brasil, 2000.
- [2] ABBATE, V. Desmoldante: um para cada tipo de forma. *Téchne*, n.70, jan/2003.
- [3] CONCRETE CONSTRUCTION, Choosing a form release agent: Much depends on the type of material, 1984. https://www.concreteconstruction.net/how-to/construction/choosing-a-form-release-agent_o, acessado em outubro de 2020.
- [4] DJELAL, C., VANHOVE, Y., CHAMBELLAN, D., *et al.* "Influence of the application method of release agents on thickness of mould oils", *Materials and Structure*, v. 43, pp. 687-698, 2010.
- [5] BATY, G., REYNOLDS R., *Release Agents. What are they? How they work?*, Cresset Chemical Company, 2009.
- [6] MOREIRA, K.A.W. *Estudo das manifestações patológicas na produção de pré-fabricados de concreto*. Dissertação de Mestrado (UFPR), Curitiba, Brasil, 2009.
- [7] MILANI, C., BOESING, R., PHILIPPSEN, R., *et al.* *Processo produtivo de elementos pré-moldados de concreto armado: detecção de manifestações patológicas*. Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo, n. 15, pp. 82-91, jan. 2012.
- [8] ASSALI, M.P. *Emprego de agentes retardadores em substituição aos desmoldantes convencionais na moldagem de concreto para recebimento do revestimento de argamassas*. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, Brasil, 2012.
- [9] LIBESSART, L., CARO, P., DJELAL, C., *et al.* "Correlation between adhesion energy of release agents on the formwork and demoulding performances". *Construction and Building Materials*, v. 76, pp. 130-139, 2015.
- [10] FACHINETTO, F., CAMARGO, L. *Estudo comparativo da permeabilidade em concretos pré-moldados em função do fator água/cimento e consumo de cimento*. Trabalho de conclusão de curso (CEFET PR), Curitiba, Brasil, 2002.
- [11] JOUKOSKI, A., PORTELLA, K.F., GARCIA, C.M., *et al.* *Estudo do processo de fabricação de postes de concreto armado destinados a redes de distribuição elétrica: principais falhas, suas sequências e correções*. In: 44º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, IBRACON, Belo Horizonte, MG. IBRACON, 2002.

- [12] CARASEK, H., CASCUDO, O., JUCA, T. Estudo de casos de deslocamento de revestimento de argamassa aplicado sobre estrutura de concreto. In: *SIMPOSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS*, 6, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2005.
- [13] DJELAL, C., DE CARO, P., LIBESSART, L., *et al.* “Comprehension of demoulding mechanisms at the formwork/oil/concrete interface”. *Materials and Structure*, v. 41, pp. 571-581, 2008.
- [14] LÓPEZ, A., TOBES, J.M., GIACCIO, G., *et al.* “Evaluación de la calidad superficial del hormigón autocompactante”. *Ciencia y Tecnología del Hormigón*. v. 15, pp. 33-50, 2008.

ORCID

Paulo Ricardo Alves dos Reis Santos	https://orcid.org/0000-0003-4280-8326
Gabriel Gregório Sousa Pereira	https://orcid.org/0000-0001-6797-4019
Hudson Chagas dos Santos	https://orcid.org/0000-0001-5249-520X
Haroldo Reis Alves de Macêdo	https://orcid.org/0000-0002-4898-3347
Max Silva de Almada	https://orcid.org/0000-0003-0781-6398
Lirana Lamara Barreto da Silva	https://orcid.org/0000-0002-3509-6239