



15º Simpósio Brasileiro
de Impermeabilização 2018



Instituto de
Impermeabilização

ANAIS DO 15º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

4 e 5 de junho de 2018 - São Paulo / SP

ANÁLISE DA EXPANSÃO DE DIFERENTES PERFIS HIDROEXPANSIVOS PARA JUNTA DE CONCRETAGEM

JOFFILY, Irene de Azevedo Lima

Eng^a Civil, MSc

Virtus Soluções / UniCeub

Brasília/DF

irene@virtussolucoes.com.br

PLÁCIDO, Carlos Alberto Filho

Eng^o Civil UniCeub

Brasília/DF

cplacidofilho@hotmail.com

RESUMO

Patologias acontecem frequentemente devido a infiltrações causadas, principalmente, por falhas de execução e/ou de projeto. Um exemplo são as juntas de concretagem mal executadas, sejam elas planejadas ou não. Para evitar a infiltração pela emenda de diferentes concretagens em diversas estruturas, como reservatórios, piscinas entre outros, é importante o correto planejamento e escolha de produtos específicos. Uma opção para esta situação é o perfil hidroexpansivo, que se expande ao entrar em contato com a água resultando na vedação da junta. Este trabalho teve como objetivo principal comparar diferentes perfis hidroexpansivos disponíveis no mercado quanto à sua capacidade de expansão em espaço não confinado, ou seja, na condição livre. Nesta análise, buscou-se entender melhor o comportamento deste tipo de perfil ao entrar em contato com a água durante dezesseis dias. Ao total foram ensaiados cinco produtos disponíveis no mercado brasileiro. Como resultado, observou-se que os perfis apresentaram diferentes velocidades de expansão bem como expansão total da seção transversal que variou de 204% a 471,8%. Concluiu-se que os perfis hidroexpansivos têm uma alta capacidade de absorção de água e que alguns deles chegam a expandir até quatro vezes seu tamanho original quando não confinado.

Palavra-Chave: impermeabilização; junta de concretagem; perfil hidroexpansivo.

1. INTRODUÇÃO

O assunto manifestação patológica é frequente nos dias de hoje na construção civil. Uma delas, que ocorre com frequência, é a infiltração. Esta pode ter diversas causas e em diferentes pontos de uma estrutura ou edificação. Como mencionado em um artigo publicado pela revista *Téchne* (2004), os problemas de infiltrações em estruturas de concreto são velhos conhecidos dos usuários e profissionais da construção civil e o motivo está na dificuldade de identificar as falhas nas impermeabilizações.

Essas infiltrações podem surgir em diversas situações de junta de concretagem mal executadas, sejam elas planejadas ou não. De acordo com Haddad (2013), elas podem gerar algumas consequências como a formação de uma camada frágil de nata cimentícia na superfície da junta, com baixa aderência e baixa resistência à flexão, lixiviação ou até mesmo corrosão de armaduras. Caso essa junta mal executada esteja em um local aparente da estrutura, pode causar um aspecto negativo para a edificação.

Por isso, houve a necessidade da criação de alguns produtos que fossem capazes de evitar a infiltração em situações de junta de concretagem. Um desses produtos é o perfil hidroexpansivo, que tem como principal característica expandir em contato com a água, evitando deste modo, a passagem da mesma e consequentemente a infiltração nas emendas das estruturas de concreto.

A aplicação de perfis hidroexpansivos em juntas de concretagem para a não ocorrência de infiltrações é apenas uma das opções que a engenharia civil dispõe para se prevenir passagem de água pelas juntas frias. Segundo Isaia (2011), a redução da ocorrência de manifestações patológicas nas estruturas pode contribuir para diminuir perdas e retrabalhos no segmento da construção civil.

Este trabalho irá analisar diferentes tipos de perfis hidroexpansivos disponíveis no mercado brasileiro com relação à expansão dos mesmos quando em contato com a água.

2. METODOLOGIA

Neste item serão detalhados os procedimentos de execução e análise dos experimentos realizados nesta pesquisa e os perfis hidroexpansivos utilizados.

A parte experimental foi realizada sem a utilização de norma técnica, pois os produtos não possuem normalização no Brasil. Foi realizado um ensaio para medir a expansão de cinco perfis hidroexpansivos diferentes, enquanto mantidos submersos em água, de forma não confinada.

2.1. Perfis hidroexpansivos utilizados na pesquisa

Neste trabalho foram utilizados cinco produtos diferentes de perfis hidroexpansivos fornecidos por seus respectivos fabricantes, conforme mostrado na figura 1 e identificados de P1 a P5.

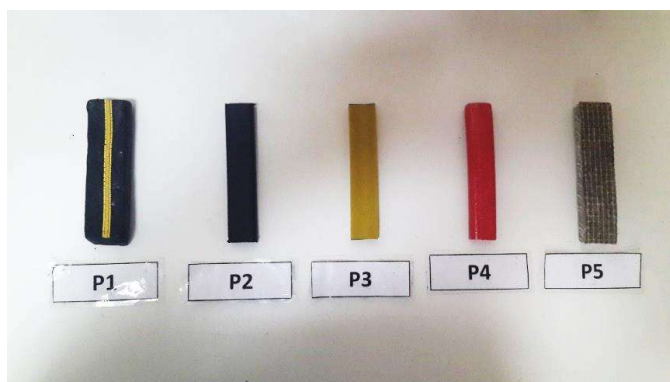


Figura 1: Perfis hidroexpansivos utilizados na pesquisa

Os dados dos perfis hidroexpansivos utilizados na pesquisa foram adquiridos por meio das fichas técnicas disponíveis nos sites de cada fabricante. Alguns desses dados foram relacionados na tabela 1 para uma melhor identificação ao longo do trabalho.

Tabela 1: Dados especificados pelas fichas técnicas

DADOS ESPECIFICADOS PELAS FICHAS TÉCNICAS DOS PERFIS HIDRO EXPANSÍVEIS								
Perfil	Composição Base Química	Cor	Seção transversal (mm)	Expansão (%)	Tempo (expansão) Dias	Densidade (g/cm ³) Ficha Técnica	Cobrimento mínimo de concreto (mm)	
							Armado	Simplex
P1	Bentonita	Preta	25 x 19	300%	-	1,80	-	50
P2	Resina H.P. *	Preta	20 x 10	≤ 170	-	-	-	100
P3	Polímero Acrílico**	Amarela	20 x 10	~ 250	21	-	80	-
P4	Resina H.E e Borracha***	Vermelha	20 x 10	≥ 150	14	-	100	150
P5	Bentonita	Cinza	25 x 13	-	-	1,75	-	25

Obs: * Resina hidroexpansiva de polímeros

** Polímero acrílico com propriedades hidrófilas

*** Resina hidrofílica expansível e borracha

Assim como os dados presentes da tabela 1, as fichas técnicas também fornecem outros dados importantes a respeito dos perfis como: benefícios, propriedades, áreas de aplicação, método de aplicação e preparação da superfície.

2.2. Ensaio de expansão

2.2.1 Preparação

O ensaio de expansão foi feito com os 5 perfis hidroexpansivos diferentes mencionados anteriormente, colocando-os em copos, inicialmente contendo 300 ml de água, durante um período de 16 dias.

Foram separadas 2 amostras de cada perfil com um comprimento de 10 cm cada, de modo que uma delas servisse de modelo para facilitar a visualização de expansão do outro perfil conforme observado na figura 2.

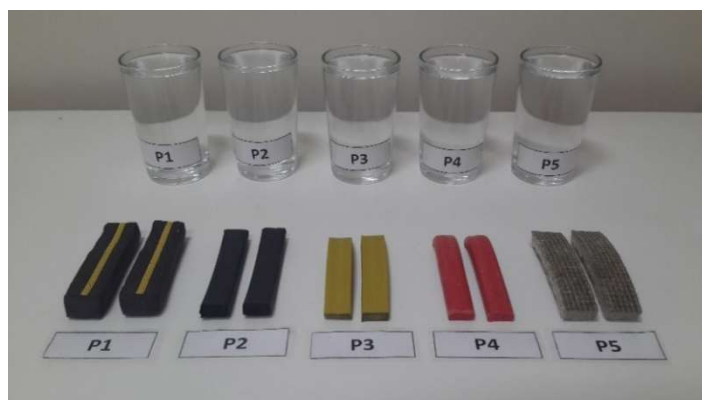


Figura 2: Organização do ensaio de expansão

Foram medidas as 3 dimensões iniciais dos materiais no meio dos perfis (largura, espessura e comprimento) e em seguida, os perfis foram levados ao laboratório do UniCEUB para pesagem em uma balança digital de precisão. Com esses dados foi possível calcular a densidade (g/cm^3) deles conforme observado na tabela 2.

Tabela 2: Dados iniciais dos perfis hidroexpansivos

Antes do Experimento					
Dados dos Perfis Hidroexpansivos	P1	P2	P3	P4	P5
Massa (g)	84,96	24,15	24,80	15,75	40,14
Volume (cm^3)	48,87	20,00	20,00	19,30	30,68
Densidade (g/cm^3)	1,74	1,21	1,24	0,82	1,31

2.2.2 Realização do ensaio

Durante os 16 dias, foram feitas 4 medições diárias (às 07:00h, 13:00h, 18:00h, 22:00h) das 3 dimensões de todos os perfis hidroexpansivos por meio de um paquímetro digital e registrados os valores. A medida da seção transversal foi realizada sempre no mesmo local, próxima ao centro. A cada medição feita, também foi registrada a umidade relativa do ar, temperatura ambiente e a temperatura em que a água dos copos se encontrava.

Após o primeiro dia de experimento, passou-se a encher os copos com água diariamente, pois foi constatado que a água estava sendo absorvida rapidamente pelos perfis fazendo com que alguns deles ficassem com uma pequena parte para fora do copo. Totalizando, ao final do experimento, uma adição de 200 ml em cada um dos copos.

Isso foi feito para que todos os perfis hidroexpansivos permanecessem a maior parte do tempo submersos por completo, porém nem sempre ocorreu, pois alguns perfis tiveram expansões elevadas no comprimento, ficando parte fora da água. Caso ficassem totalmente imersos durante todo o tempo, haveriam resultados diferentes dos apresentados.

Todos os dias, após a última medição, foram tiradas fotos dos perfis para que fosse registrada visualmente a expansão diária de cada um deles.

3. RESULTADOS E ANÁLISES

3.1. Análise da expansão

Conforme mencionado na metodologia, foram monitoradas as 3 dimensões dos cinco perfis, ao longo de 16 dias imerso em água. Também foram registradas as temperaturas da água, temperatura ambiente e UR (umidade relativa do ar).

Pode-se observar que algumas das medidas das dimensões (largura, espessura e comprimento) dos perfis sofreram uma diminuição em relação ao dia anterior. Alguns fatores podem ter contribuído para esses resultados, como por exemplo:

- Evaporação da água dos copos;
- A incerteza no processo de medida com o paquímetro;
- Variação das condições do ambiente;
- Expansão não uniforme;

A expansão elevada dos perfis em seus comprimentos que fizeram com que parte de suas estruturas ficassem para fora da água.

Os perfis hidroexpansivos foram submetidos a um ambiente sem controle de temperatura e umidade, ocorrendo uma variação desses parâmetros durante os 16 dias. Tais condições podem ter influenciado na velocidade de expansão dos perfis devido a uma evaporação de pequena quantidade de água presente nos copos. Percebeu-se que em algumas das medições feitas durante os horários de temperatura mais elevada (entre 13:00h e 18:00) apresentaram diminuições nas dimensões dos perfis.

Por isso, para caracterizar o ambiente a que os perfis foram submetidos, foi calculada a média, o DP (Desvio Padrão) e o C.V. (Coeficiente de variação) da: UR (Umidade relativa do ar), temperatura ambiente e temperatura da água, conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3: Condição do ambiente durante o ensaio de expansão

	UR (%)	T.ambiente (°C)	T.água (°C)
MÉDIA	43,3%	27,89 °C	25,91 °C
DP	10,8%	1,66 °C	1,42 °C
C.V.	25,1%	5,9%	5,5%

Observa-se que tanto a temperatura ambiente como a da água tiveram uma pequena oscilação, inferior a 6%. O fator que teve maior variação foi a umidade relativa do ar, ficando entre 25% e 71%.

Os resultados do perfil P1 para a expansão das três dimensões encontra-se apresentado na figura 3. Em 4 dias, seu comprimento sofreu um aumento de 87,2 mm (87,2% maior que seu comprimento inicial). Já em relação a sua largura e espessura, tiveram um aumento menor, porém similar e constante ao longo do ensaio. Esse perfil apresentou uma expansão acentuada, resultando na

desintegração do mesmo no 9º dia de ensaio, impossibilitando desta forma, a continuidade das medições.

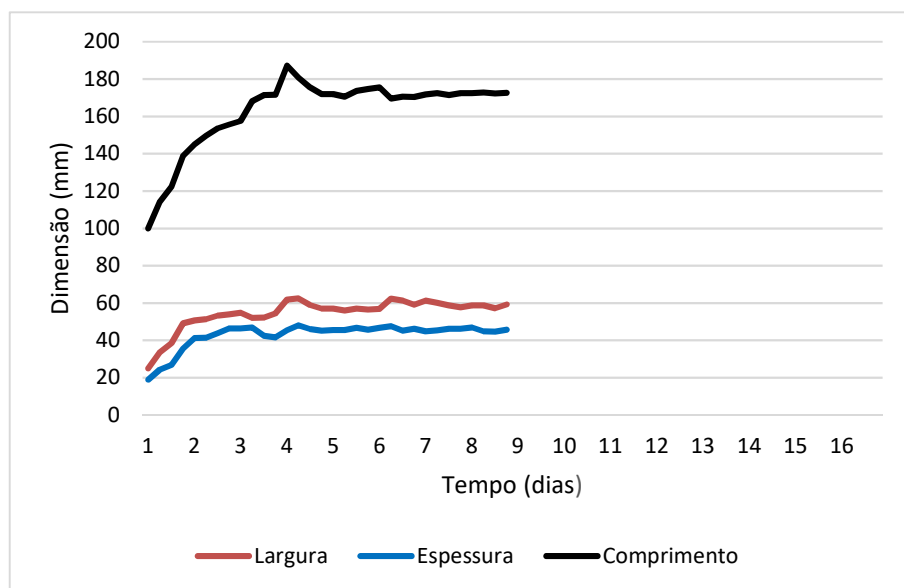


Figura 3: P1 – Expansão das dimensões (mm)

O perfil P2 teve uma menor expansão em todas suas dimensões, porém teve uma velocidade constante, como mostra a Figura 4. Nota-se que a expansão do perfil não estabilizou nos 16 dias de ensaio.

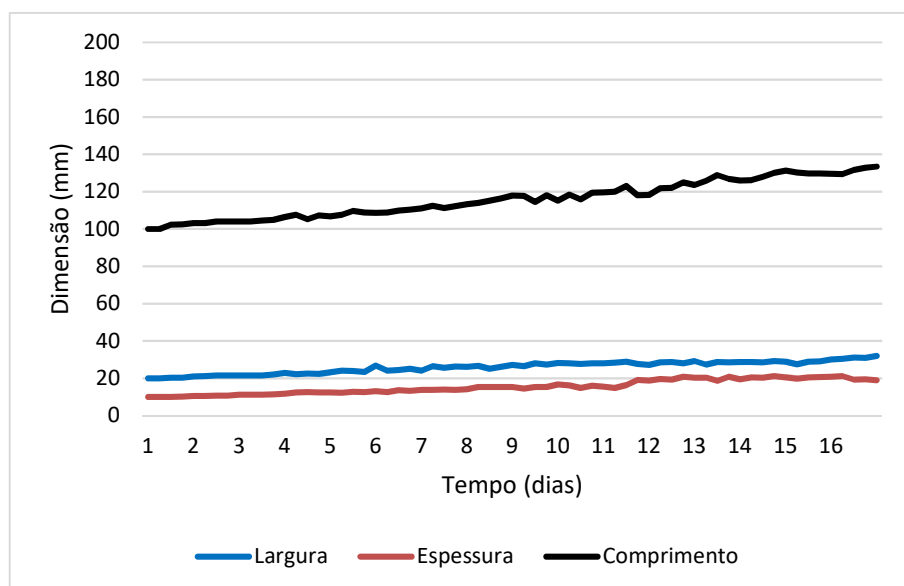


Figura 4: P2 – Expansão das dimensões (mm)

Depois do P1, o P3 e o P4 foram os que mais expandiram em relação ao comprimento e tiveram comportamentos similares. Já suas seções transversais não expandiram tanto, conforme demonstrado nas figuras 5 e 6.

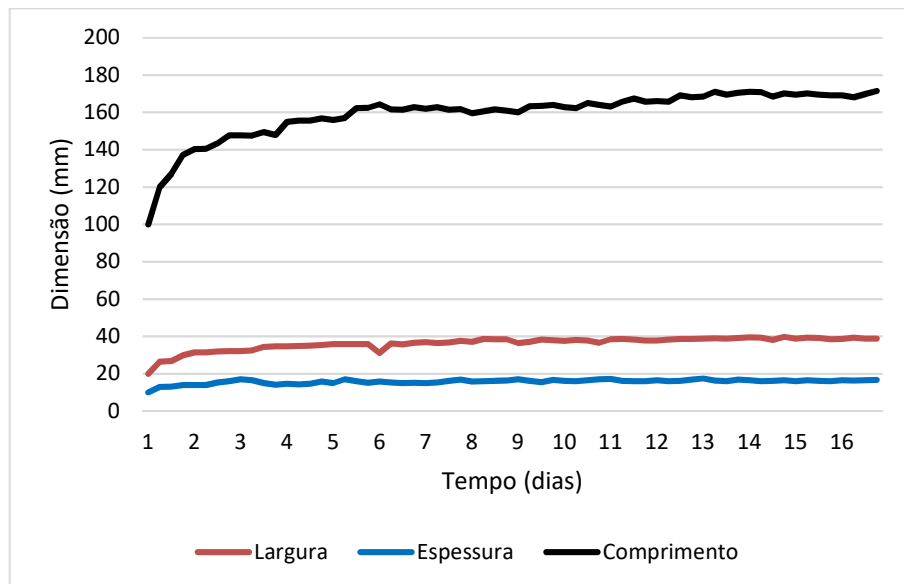


Figura 5: P3 – Expansão das dimensões (mm)

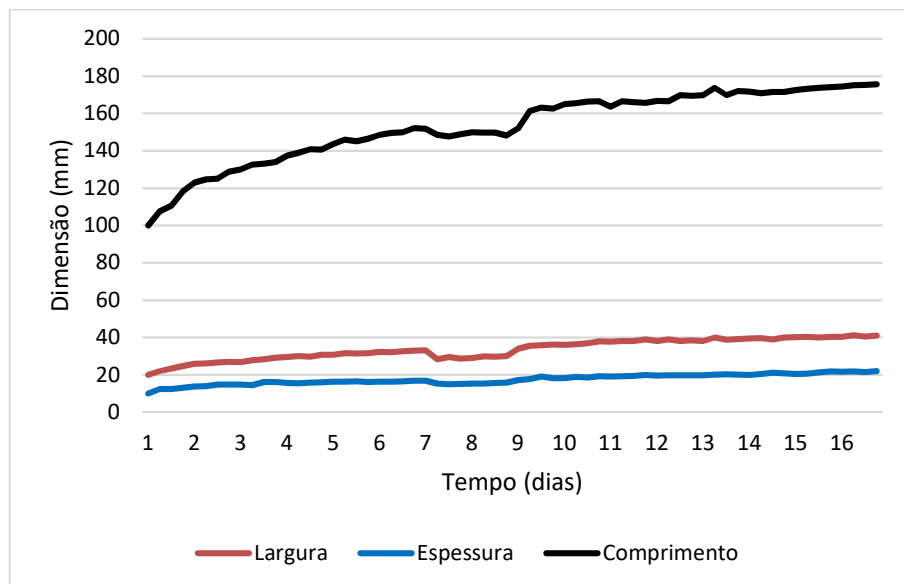


Figura 6: P4 – Expansão das dimensões (mm)

Observa-se que a seção transversal do P3 estabiliza em torno de 6 dias, enquanto no P4 foram necessários 11 dias. No caso do comprimento de ambos os perfis, verificou-se que os mesmos continuaram crescendo durante os 16 dias.

Os resultados do P5 estão apresentados na Figura 7. Verifica-se uma maior oscilação nos resultados devido a expansão do perfil variar ao longo do comprimento, pois trata-se de perfil a base de bentonita envolvido em tela.

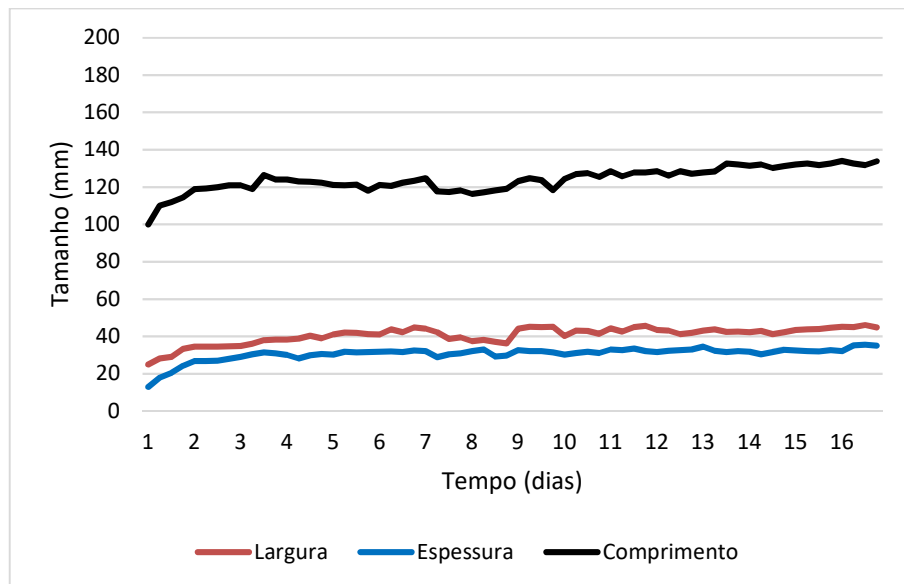


Figura 7: P5 – Expansão das dimensões (mm)

Com base nos dados analisados de cada perfil, foi calculada tanto a expansão da largura (%), quanto a expansão da espessura (%).

Pode-se observar claramente na figura 8 que o P1 obteve a maior velocidade de expansão em relação a sua largura dentre os perfis analisados. O mesmo dobrou de tamanho apenas no primeiro dia de ensaio, aumentando ainda mais ao longo do tempo. Enquanto os demais mantiveram uma constância maior que o P1 e uma velocidade de expansão menor.

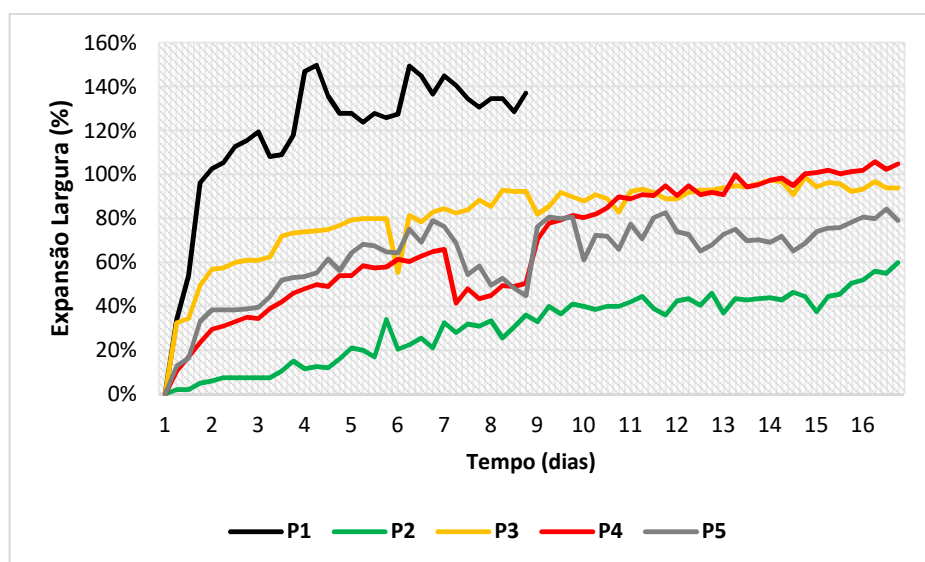


Figura 8: Variação da largura dos perfis (%)

Nota-se que a velocidade de expansão, dada pela inclinação do gráfico, foi similar para todos os perfis, exceto o P1 que teve a maior velocidade. Porém, analisando a expansão da largura nota-se que o P3 e P4 tiveram valores próximos, sendo seguido pelo P5 e por último o P2.

Como observado na figura 8, os perfis P4 e P5 tiveram uma queda brusca de suas expansões durante o 7º e o 9º dia de ensaio. Tal alteração pode ter ocorrido devido a evaporação da água dos copos durante o ensaio.

Ao final do ensaio, os perfis hidroexpansivos de 1 a 5 chegaram a atingir uma expansão da largura de 137,2%, 60%, 94%, 105%, 79,2%, respectivamente (Figura 8).

Já para a variação da espessura (%), o P5 e P1 obtiveram valores parecidos, mantendo uma média de expansão de 140% e com velocidades similares. Os demais sofreram oscilações, mas continuaram a se expandir dentro dos 16 dias. Observa-se que todos os perfis, exceto o P2, têm uma expansão inicial maior nos dois primeiros dias e depois a velocidade reduz e se estabiliza. A expansão da espessura dos perfis foi de 141,1%, 90%, 68%, 120%, 169,2%, respectivamente, conforme mostra a figura 9.

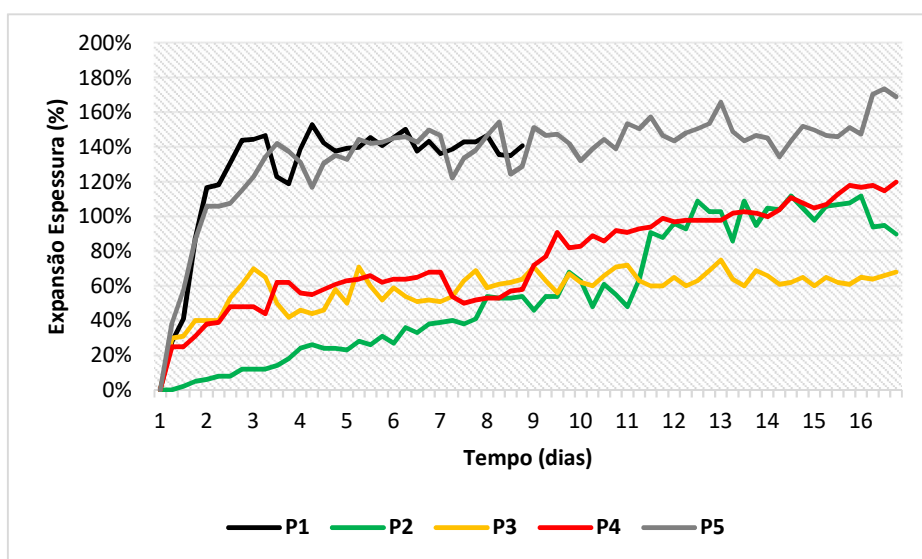


Figura 9: Variação da espessura dos perfis (%)

Foi calculada também, a variação da área da seção transversal (%) dos perfis hidroexpansivos. As curvas do gráfico foram similares ao da figura 9, exceto pela curva do P5, pois o mesmo teve um grande aumento em sua espessura, mas não em sua largura. Fazendo com que houvesse essa diferença na variação da área da seção transversal (Figura 10).

Analisando a expansão da seção transversal, verifica-se que os perfis P1, P3 e P5 têm velocidades de expansão inicial similares, contudo o P1 mantém essa velocidade por maior tempo, atingindo mais de 300% de aumento ainda no segundo dia, enquanto o P5 chega a aproximadamente 200% e o P3 a 120%. O P2 é o único que não apresenta expansão inicial.

Após a expansão inicial, os perfis mantêm uma velocidade menor, porém continuam expandindo.

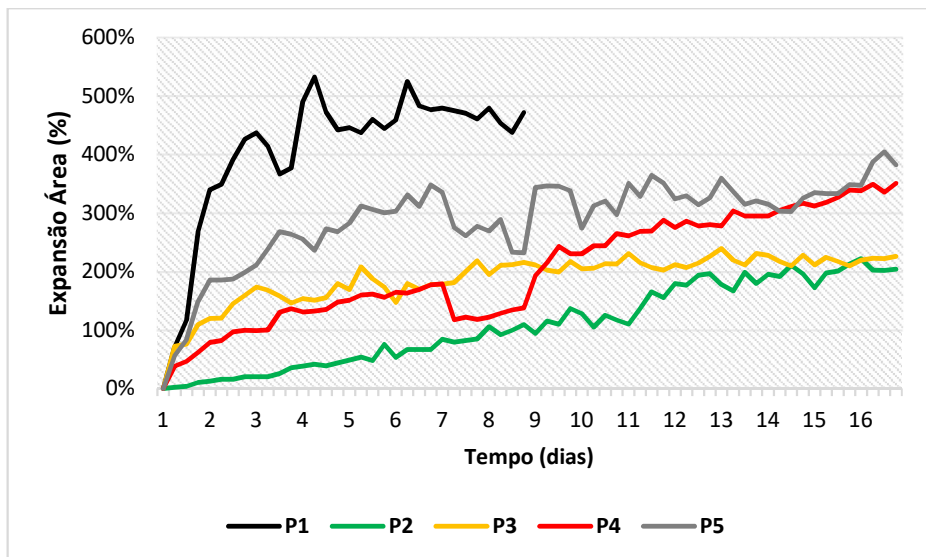


Figura 10: Variação da Área (%) – seção transversal

3.2 Análise fotográfica

Foi feita uma avaliação visual das condições dos perfis hidroexpansivos durante e após o ensaio de expansão. Conforme apresentado na figura 11, o P1 e P3 expandiram com maior rapidez em relação aos demais e chegaram a ter parte de suas estruturas para fora dos copos já no primeiro dia.

A partir do segundo dia, todos os perfis, com exceção do P2, já tinham um pedaço para fora da água. Indicando, desta forma, que a absorção de água ocorreu com grande velocidade. Por isso, como mencionado na metodologia, foi necessário adicionar água nos copos ao decorrer do ensaio para que os perfis absorvessem o máximo de água e ficassem o maior tempo possível totalmente imersos.



Figura 11: Evolução dos perfis - 1º ao 6º dia

No 8º dia, o P1 sofreu rupturas e devido a isso, suas medições foram interrompidas. A água presente em seu copo foi retirada e o mesmo foi mantido lá pelo período de ensaio restante. Com isso, pode-se perceber nas figuras 12 e 13, que a partir desse momento, ele diminuiu consideravelmente de tamanho devido à evaporação da água.

Conforme a figura 12, os perfis P3, P4 e P5 continuaram a se expandir em grande velocidade e o P2, lentamente. A partir do 12º dia, o P3 começou a apresentar cortes em sua estrutura.



Figura 12: Evolução dos perfis - 7º ao 12º dia

Pode-se perceber que nos últimos 4 dias do ensaio, o P3 e P4 ainda estavam expandindo, ficando então com praticamente 40% de seus comprimentos para fora do copo e os demais estabilizaram (Figura 13).



Figura 13: Evolução dos perfis - 13º ao 16º dia

Ao final do ensaio, os perfis hidroexpansivos apresentaram condições e tamanhos visualmente bastante diferentes (Figura 14). Conforme dito anteriormente, P1 sofreu diversas rupturas, porém expandiu bastante em todas suas dimensões durante o período mantido submerso. O P2 expandiu pouco e se tornou mais rugoso ao término do processo devido à composição de seu material. O P3 e o P4 expandiram muito, principalmente em seus comprimentos, mas apenas o P3 apresentou cortes. Os valores de expansão do P5 foram muito maiores em sua seção transversal do que em seu comprimento e pôde-se perceber que seu material ficou muito amolecido devido à grande quantidade de água absorvida.

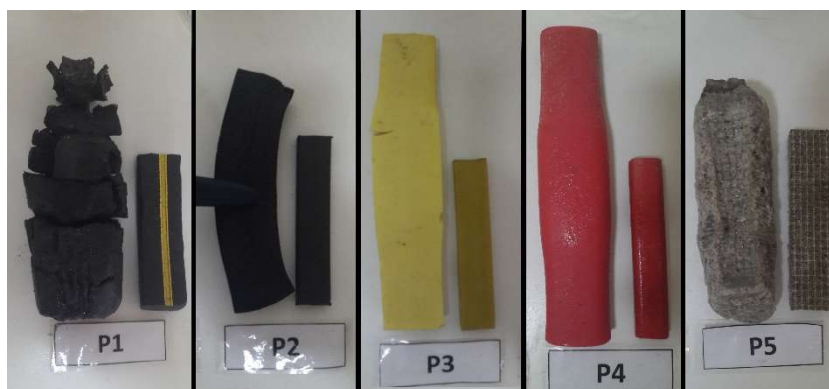


Figura 14: Condições finais dos perfis

3.3 Comparação com os dados técnicos

Os dados extraídos das fichas técnicas e utilizados para comparação podem ser visualizados na tabela 4.

Tabela 4: Comparação dos dados do ensaio com os das fichas técnicas

DADOS PARA COMPARAÇÃO						
DADOS DAS FICHAS TÉCNICAS				DADOS DO ENSAIO		
Perfil	Expansão (%)	Tempo de expansão Dias	Densidade (g/cm ³)	Expansão (%) - Seção transversal	Tempo (expansão)	Densidade Inicial (g/cm ³)
P1	300%	-	1,80	471,8%	16 dias	1,79
P2	≤ 170%	-	-	204,0%	16 dias	1,21
P3	~ 250%	21	-	225,9%	16 dias	1,24
P4	≥ 150%	14	-	351,0%	16 dias	0,79
P5	-	-	1,75	382,5%	16 dias	1,24

Fonte: Arquivo pessoal

É importante ressaltar que não se sabe qual parâmetro foi utilizado pelos fabricantes para calcular a expansão dos perfis. Por isso, o parâmetro utilizado no trabalho para comparar esses dados foi a expansão da área da seção transversal.

Apenas dois dos perfis apresentaram os valores de densidade (g/cm^3) em suas fichas técnicas, sendo possível então apenas a comparação dos mesmos. O valor da densidade inicial (g/cm^3) de P1 foi praticamente igual ao do indicado na ficha técnica. Já para o P5, teve uma diferença de $0,54 \text{ g/cm}^3$ a menos.

Conforme demonstrado na tabela 4, os valores encontrados da expansão final dos perfis no período de 16 dias foram muito maiores do que os valores obtidos nas fichas técnicas, considerando apenas o aumento da seção transversal. Exceto para o perfil P3, que ficou abaixo do indicado pelo fabricante.

Salienta-se que o fato dos perfis P1, P3 e P4 ficarem parcialmente fora da água pode ter influenciado os resultados obtidos. Portanto, recomenda-se para os próximos estudos que os perfis sejam colocados em recipientes maiores, garantindo que ficarão submersos durante todo o ensaio e em recipientes diferentes para evitar reações químicas entre eles.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos ao decorrer do trabalho, pode-se afirmar que os perfis hidroexpansivos realmente se expandem na presença de água, contudo apresentam expansão final bem diferentes. Outras considerações finais obtidas neste trabalho foram:

- Cada perfil possui uma velocidade de expansão diferente, sendo verificada uma velocidade inicial maior quando em contato com água e após dois dias essa velocidade reduz, exceto para o perfil P2 que não apresenta a fase inicial, tendo uma velocidade constante;
- O P1 foi o que apresentou maior expansão, chegando a 472% e o que apresentou a maior velocidade inicial;
- O P1 foi o que apresentou maior alteração no formato após a expansão, chegando a romper em vários pedaços;
- Os valores obtidos para expansão da seção transversal foram superiores aos valores que constam nas fichas técnicas dos produtos;

Mesmo com os ensaios realizados, não se pode concluir qual deles é o mais eficaz enquanto inserido em uma junta de concretagem, pois não necessariamente será o de maior expansão. Além disso, não foram analisadas a permeabilidade quando utilizados internamente na junta de concretagem nem a influência nas propriedades mecânicas do concreto com o perfil.

Conclui-se que os perfis hidroexpansivos devem ser mais bem estudados para permitir o correto dimensionamento e especificação dos mesmos, para evitar danos na estrutura e garantir a impermeabilidade das juntas de concretagem.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

HADDAD, Michel. **Tecnologia da impermeabilização – Juntas de concretagem – Notas de aula** - Instituto IDD. São Paulo, 2013.

ISAIA, Geraldo. **Concreto: ciência e tecnologia, vol. 2. 1. Ed.** São Paulo: Ibracon, 2011.

TÉCHNE. **Proteção de lajes contra infiltração.** São Paulo, 2004.



Instituto de
Impermeabilização

<http://ibibrasil.org.br/>