

## ESTUDO COMPARATIVO DE PROCEDIMENTOS DE DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA DE AGREGADOS

**PEDRO AUGUSTO SILVA COSTA FERREIRA<sup>1</sup>;**

**RICARDO MENDONÇA MARQUES<sup>2</sup>;**

**JOÃO FERNANDO DIAS<sup>3</sup>.**

**RESUMO:** O trabalho consiste no estudo comparativo dos resultados da absorção de água de agregados, obtidos com a aplicação de dois procedimentos de ensaio distintos. Um dos procedimentos é o da norma de ensaios da ABNT NM 30:2000, aplicável aos agregados naturais; já o outro procedimento utilizado foi desenvolvido por Dias (2004), para a determinação da absorção de água em agregados minerais porosos, pois para esse tipo de agregado nem sempre o método da ABNT é aplicável, especialmente no caso dos agregados miúdos existe dificuldade de obtenção de valores reprodutíveis nos ensaios realizados de acordo com o método da ABNT. Dessa forma, o objetivo do estudo foi verificar a aplicabilidade do procedimento apresentado por Dias (2004) também aos agregados naturais, particularmente na fração dos agregados miúdos, pois o procedimento da norma brasileira inclui uma etapa de secagem natural do agregado, tornando o processo dependente do técnico que executa o ensaio.

**Palavras-chave:** comparativo, métodos, absorção, facilitar.

**Resume:** The work consists in a comparative study regarding results of aggregates water absorption obtained by two different procedures. One of them refers to ABNT NM 30:2000, applicable to natural aggregates, whereas the other one was developed by Dias (2004) to determine water absorption on porous mineral aggregates, once the ABNT method is not always applicable. Especially in the case of fine aggregates, it is difficult to obtain reproducible results when the ABNT method is used. Thus, the aim of the study was to verify the applicability of the procedure presented by Dias (2004) to natural aggregates, particularly in fine aggregates, since the Brazilian standard procedure includes a step of drying the natural

<sup>1</sup> Faculdade de Engenharia Civil (FECIV). Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Rua João Naves de Avila, n° 2121, Santa Mônica, Uberlândia/MG, CEP: 384000-902. pedrosfc@bol.com.br;

<sup>2</sup> Faculdade de Engenharia Civil (FECIV), Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Rua Rodrigues da Cunha, n° 940 apartamento 01, Martins, Uberlândia/MG, CEP: 38400-362. ricomend@hotmail.com;

<sup>3</sup> Faculdade de Engenharia Civil (FECIV), Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Rua João Naves de Avila, n° 2121, Santa Mônica, Uberlândia/MG, CEP: 384000-902. jdias@ufu.br.

aggregate, which makes the process very dependent on the technician that is performing the test.

**Keywords:** comparative methods, absorption, ease.

## 1 Introdução

A determinação da absorção de água em agregados é importante para a caracterização física desse material, visando seu emprego em concretos e argamassas. É importante também na determinação da massa específica aparente seca e porosidade do agregado.

Os métodos de ensaio da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) foram desenvolvidos para aplicação aos agregados naturais utilizados em concreto e argamassa que, normalmente, apresentam baixa porosidade e baixo valor da absorção de água.

Estudos realizados por Dias (2004) mostraram que os métodos da ABNT para a determinação da absorção de água de agregado reciclado de telha cerâmica, não são aplicáveis, particularmente à fração fina desse material, por diversos aspectos. Este autor apresentou um procedimento que julgou promissor para a determinação da absorção de água em agregados reciclados porosos, consistindo em um ensaio de secagem e elaboração de uma curva de secagem.

O procedimento de secagem pode ser conceituado a partir da identificação do comportamento do material submetido ao ensaio, mediante a análise de uma curva que correlaciona a velocidade de saída da água do sistema e o teor de umidade residual correspondente.

Segundo Dias (2004), a velocidade de secagem é distinta, pois quando o recipiente é inserido na estufa há três tipos de água, a água livre, água adsorvida e a água absorvida, por essa distinção pode-se dizer que a saída da água pode ser identificada graficamente. No começo do aquecimento há uma crescente elevação da velocidade de saída da água, pois o sistema está se igualando à temperatura da estufa, após a estabilidade pode-se observar que no gráfico existe um trecho que se mantém constante, isso mostra a saída de água livre e, finalizando a saída da água livre tem-se a saída da água adsorvida e da água absorvida.

O objetivo deste trabalho foi fazer estudos comparativos entre a aplicação do método da ABNT, NBR NM 30:2000, e o procedimento desenvolvido por Dias (2004) para a determinação da absorção de água de areia natural, que é um tipo de agregado de baixa porosidade aberta e baixo valor de absorção de água.

## 2 Materiais e Métodos

Foram utilizados dois métodos de ensaios (Método 1 e Método 2) para a determinação da absorção de água do material em estudo. O Método 1 seguiu os procedimentos desenvolvidos por Dias (2004) e o Método 2 foi de acordo com a norma NBR NM30 (ABNT, 2000).

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Materiais e Técnicas da Construção Civil, da Faculdade de Engenharia Civil (FECIV) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

### 2.1 Materiais

O material utilizado em todos os ensaios foi um agregado miúdo, constituído por areia lavada (neste trabalho será denominado simplesmente de Areia). Esse material foi convenientemente preparado e caracterizada a sua distribuição granulométrica, que está apresentada ilustrativamente na Tabela 1.

Foram realizados três ensaios de determinação da distribuição granulométrica para verificar se haveria variação no material, o que não foi constatado, dessa forma apresenta-se somente o resultado final representativo desta característica (Tabela 1). Na Figura 1 ilustra-se o aspecto da areia utilizada.

Figura 1 - Areia utilizada



Tabela 1: Resultados da Distribuição Granulométrica da Areia

Peneiras (mm)	Distribuição Granulométrica				
	Massa Retida (g)	Massa Retida Acumulada (g)	% Passante	% Retida	% Retida Acumulada
19.000	0,00	0,00	100,00	0,00	0
9.500	4,22	4,22	98,94	1,06	1
4.800	15,01	19,23	95,19	3,75	5
2.400	23,06	42,29	89,42	5,77	11
1.200	40,59	82,88	79,27	10,15	21
0.600	100,37	183,25	54,16	25,08	46
0.300	133,75	317,00	20,70	33,46	79
0.150	71,48	388,48	2,82	17,88	97
0.075	9,68	398,16	0,43	2,39	100
Fundo	1,58	399,74	0	0,43	100
Total	399,74	-	-	-	-
Dimensão Máxima Característica					4,8
Módulo de Finura					3,59

## 2.2 Métodos de ensaio

### 2.2.1 Procedimentos pelo Método 1

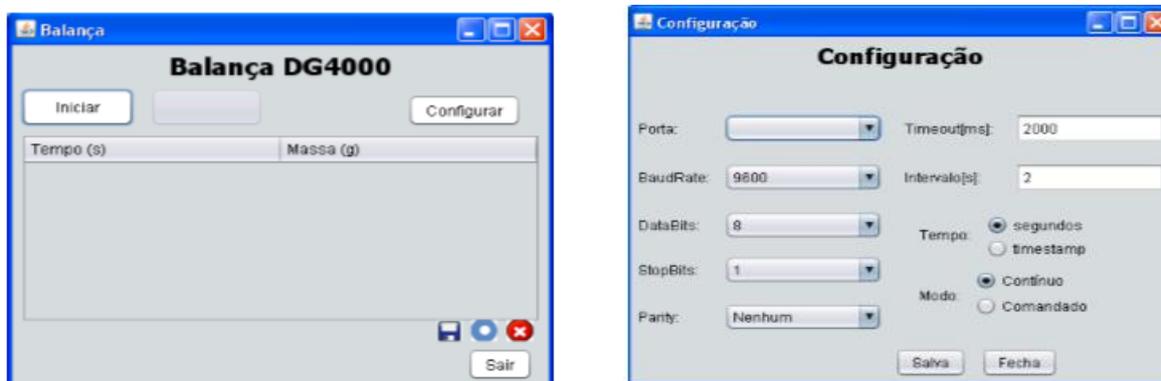
Para a realização dos ensaios pelo procedimento desenvolvido por Dias (2004) foram utilizados os seguintes equipamentos: estufa; três recipientes cilíndricos com diâmetro e altura diferentes; balança com 0,01g de precisão; computador com o software Balança DG400, desenvolvido para esse ensaio. Na Figura 2 estão ilustrados os materiais e equipamentos utilizados.

Figura 2 - Materiais e equipamentos utilizados



Para facilitar a aquisição dos dados fornecidos pela balança, foi desenvolvido um software com a função de gerar e memorizar os valores. Observa-se na Figura 3 a interface do software juntamente com sua configuração.

Figura 3 – Pagina do Programa e sua interface



#### 2.2.1.1 Resumo dos procedimentos pelo Método 1

Os ensaios pelo Método 1 foram realizados de acordo com os procedimentos propostos por Dias (2004), os quais são resumidamente apresentados a seguir.

- Primeiramente uma massa de agregado é colocada em um recipiente e levada à saturação por imersão em água por 24 horas;
- Após as 24 horas mede-se a lamina de água formada em cima do agregado e anota-se a massa úmida inicial. Então o agregado é submetido à secagem em estufa, a 105°C, e com software são registradas as leituras da massa do sistema a cada 1 minuto;
- A relação da massa de água com a massa seca do agregado fornece o valor percentual de água que ainda encontra-se no sistema (conjunto); a massa de água retirada pela secagem é relacionada com o intervalo de tempo obtendo-se a velocidade de saída da água;
- Os dados coletados são transferidos para uma planilha eletrônica (Excel) e plotados em um gráfico em que é possível se observar a variação da velocidade de secagem do sistema e do agregado conforme o estado de umidade que apresenta. No caso é importante a identificação da diferença entre a velocidade de saída da água livre e da água absorvida (água sub-superficial), conforme relatado por Dias (2004);

- Com o gráfico, identifica-se que a curva de secagem apresenta períodos de comportamento distintos de acordo com o tipo de água presente no sistema, (água livre, água adsorvida e água absorvida);
- Continuando delimita-se vários trechos na curva, procurando-se os maiores intervalos possíveis com maior densidade de pontos (nuvem de pontos);
- Em seguida é feita a regressão linear para cada trecho, obtendo-se um segmento de reta em que o coeficiente de correlação ( $R^2$ ) fique próximo de 0 (zero), para representar a velocidade aproximadamente constante esperada para a saída da água livre; e outro trecho com  $R^2$  próximo de 1 (um), que correspondesse à saída da água sub-superficial, neste caso com velocidade decrescente;

Para os ensaios foram utilizadas três vasilhas (ilustradas na Figura 2), com diâmetros e alturas diferentes, como mostrado na Tabela 2, com o intuito de verificar as variações gráficas obtidas quando se variasse a altura ou o volume de material (areia) a secar.

Tabela 2 - Dimensões das vasilhas utilizadas

Vasilhas	Diâmetro (mm)	Tara (g)	Altura (mm)
1	174	135,36	67,90
2	154	88,77	62,90
3	114	57,80	50,25

Após determinar a distribuição granulométrica do agregado iniciou-se o processo de saturação do material, para tal precisou-se manter o material submerso em água com uma lâmina d'água, de aproximadamente 0,5 cm, em cada um dos recipientes durante 24 h.

Em seguida colocou-se o vasilhame dentro da estufa dependurando-o pelo gancho, sendo este ligado à balança, o que permitiu a determinação da quantidade de água perdida por minuto no sistema (ilustração da montagem ilustrada na Figura 4.

Com o auxílio do software Balança DG400 registrou-se a variação da massa do sistema a cada um minuto, até que o agregado secasse por completo. Com os dados registrados pelo programa de computador foi possível plotar, utilizando o programa Excel, os gráficos representativos do fenômeno da secagem.

Figura 4: Equipamentos utilizados no ensaio de secagem



Foram realizados dois ensaios com o mesmo material (Areia) em cada vasilha para verificar se os resultados eram reprodutíveis.

Os resultados obtidos com a utilização do Método 1 foram então consolidados e analisou-se comparativamente com os dados obtidos utilizando-se o método da NBR NM30 (ABNT, 2000).

### 2.2.2 Procedimentos pelo Método 2

Para realizar o ensaio de acordo com a norma ABNT NBR NM30:2000, foram utilizados os seguintes equipamentos: balança com 0,01 gramas de precisão; placa de acrílico; espátula; forma tronco de cone metálica; soquete; bandeja; recipiente cilíndrico; colher de pedreiro.

Na figura 5 mostram-se os materiais e instrumentos utilizados no ensaio de acordo com a norma NBR NM30:2000.

Figura 5: Utensílios utilizados no ensaio de acordo com a norma ABNT NBR NM30:2000



### 3 Resultados e Discussões

Na Tabela 3 apresentam-se a relação dos ensaios realizados de acordo com os procedimentos de Dias (2004), demonstrando o tempo decorrido para a secagem completa do material em cada vasilha (dois ensaios para cada vasilhame).

Tabela 3 – Relação dos ensaios realizados e tempo para a secagem completa

Vasilha	Ensaio	Data e Horário		Tempo de ensaio para a secagem completa da areia (horas)
		Início	Término	
1	1°	20/06/2013 – 14:16 h	20/06/2013 – 23:59 h	09:43
	2°	23/06/2013 – 11:50 h	24/06/2013 – 14:43 h	27:33
2	1°	21/06/2013 – 17:01 h	22/06/2013 – 04:55 h	16:54
	2°	24/06/2013 – 14:50 h	25/06/2013 – 11:54 h	21:04
3	1°	28/06/2013 – 14:06 h	29/06/2013 – 02:34 h	12:28
	2°	30/06/2013 – 12:36 h	01/07/2013 – 07:53 h	19:17

A seguir apresentam-se os gráficos gerados a partir dos dados apropriados nos ensaios com cada tipo de vasilha (dois gráficos para cada vasilhame).

Com os resultados gráficos, faz-se uma análise de um trecho da curva de secagem, em comparação com o resultado da absorção de água obtido através do ensaio realizado conforme a norma da ABNT NM 30:200, que apontou o valor de absorção de água de 0,48%.

#### 3.1 Ensaio 1 com a Vasilha 1

O ensaio 1 utilizando a vasilha 1 (E1-V1), utilizando uma massa de areia igual a 999,3 gramas e 419,52 gramas de água. A vasilha foi colocada na estufa a 105°C e foi retirada no

mesmo dia às 23 horas e 59 minutos. O gráfico resultante deste ensaio está representado na Figura 6.

Na figura 7 apresenta-se a mesma curva de secagem da figura 6, porem com foco na faixa de valores de interesse, ou seja, mais próximo do valor de 0,48% obtido no ensaio utilizando a norma ABNT NM 30:2000 e nas proximidades de 3 a 4 %, que são valores de mudança de coeficiente angular da reta da regressão, dos períodos de secagem (I e II).

Figura 6 – Curva da velocidade de saída da água do sistema (E1-V1)

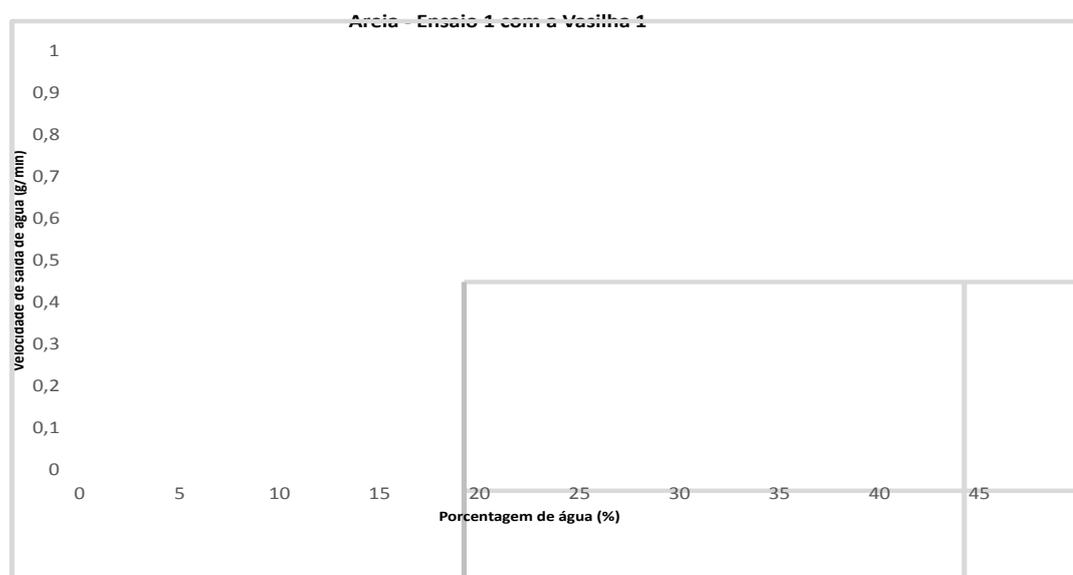
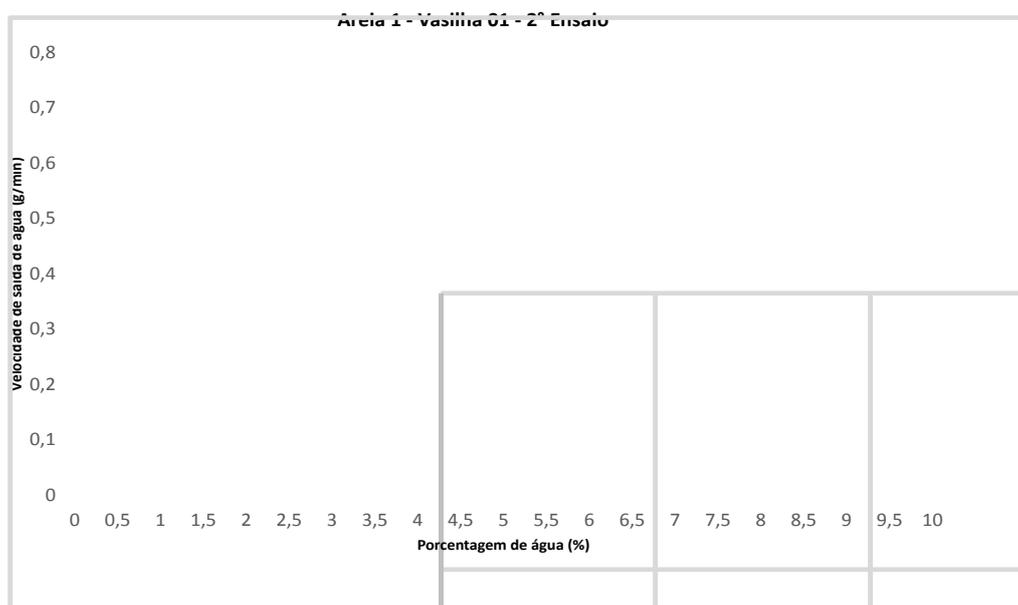


Figura 7 – Curva da velocidade de saída da água com foco na faixa de interesse (E1-V1)



### 3.2 Ensaio 2 com a Vasilha 1

Para o segundo ensaio (com a vasilha 1, E2-V1), foi adotado um procedimento anterior ao de saturação, secando a areia em estufa, ou seja, o material estava com zero de umidade antes de ser saturado. Na figura 8 ilustra-se o gráfico representativo deste ensaio.

Na figura 8 apresenta-se a mesma curva de secagem da figura 8, porem fazendo-se uma aproximação na faixa de valores de interesse, ou seja, mais próximo do valor de 0,48% obtido no ensaio utilizando a norma ABNT NM 30:2000 e nas proximidades de 3 a 4%, que são valores de mudança de coeficiente angular da reta da regressão, dos períodos de secagem (I e II).

Pode-se observar que na curva da figura 9 o ponto de inflexão entre o período I e o período II representa provavelmente a situação em que o agregado deixou de conter água livre e ainda manteve a água adsorvida e a água absorvida.

Já no próximo ponto de transição, entre o período II e o III, observa-se que o agregado deixou de apresentar água adsorvida e ainda apresenta água absorvida. Constatou-se no ensaio utilizando a norma NM 30:2000 que o valor da absorção de água, na situação saturado superfície seca é da ordem de 0,48%, ou seja, coincidente com este ponto de inflexão.

No caso da figura 9, o período de transição, do período II para o III acaba se misturando, pois o gráfico mostra uma curva bem acentuada quando acaba o período I.

Dessa forma, pode-se concluir que, embora o procedimento de secagem desenvolvido por Dias (2004) permita obter o valor da absorção de água, nesta condição, de maneira bem visível para os agregados porosos, no caso dos agregados de baixa porosidade aberta e baixa absorção de água isso também é possível, fazendo-se a adequação da escala dos valores da absorção no trecho onde é possível ocorrer a água adsorvida e a água absorvida.

Figura 8 – Curva da velocidade de saída da água do sistema (E2-V1)

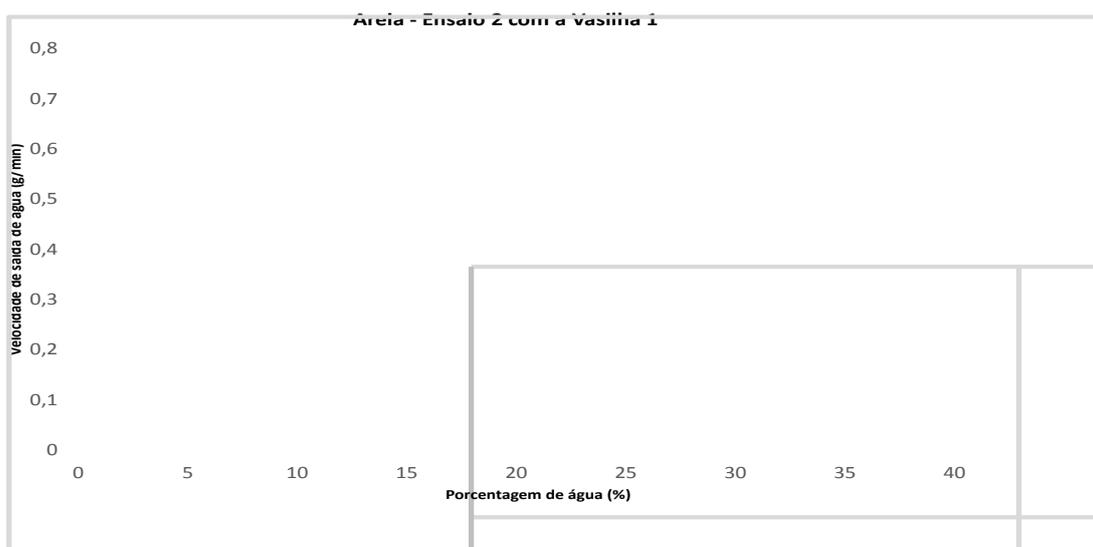
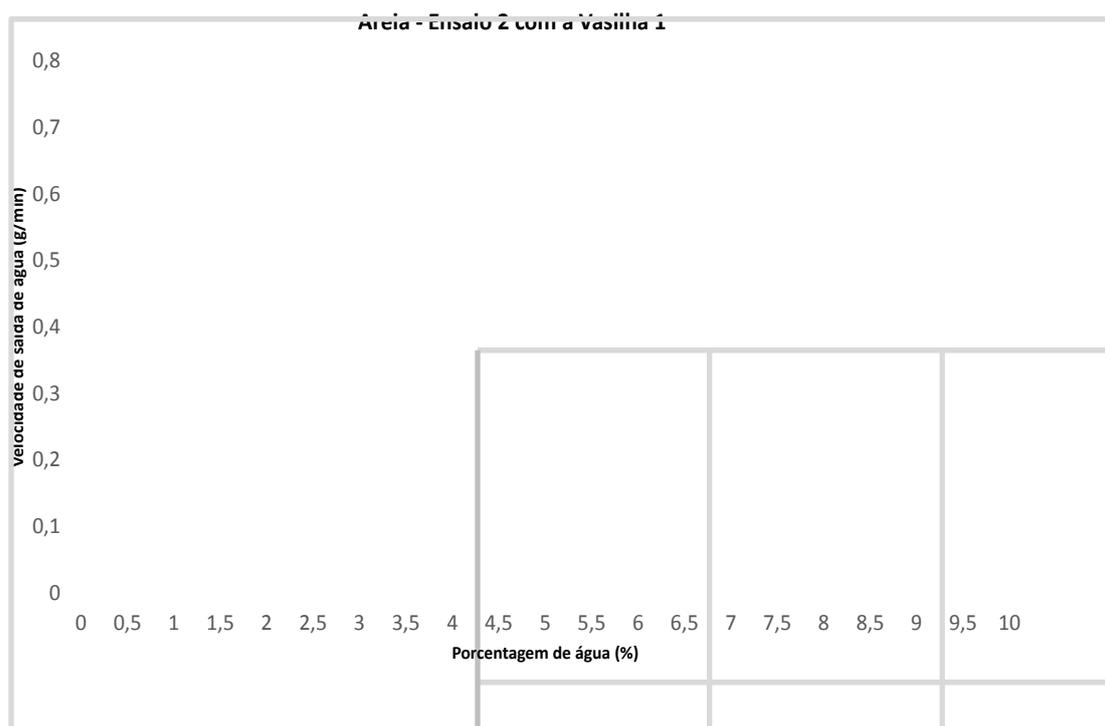


Figura 9 – Curva da velocidade de saída da água com foco na faixa de interesse (E2-V1)



### 3.3 Ensaio 1 com a Vasilha 2

Os resultados do ensaio com a vasilha 2 (E1-V2) estão apresentados na Figura 10.

Na figura 10 apresenta-se a mesma curva de secagem da figura 9, porém aproximando na faixa de valores de interesse, ou seja, mais próximo do valor de 0,48% obtido no ensaio

utilizando a norma ABNT NM 30:2000 e nas proximidades de 3 a 4%, que são valores de mudança de coeficiente angular da reta da regressão, dos períodos de secagem (I e II).

Pode-se observar que na curva da figura 11, o ponto de inflexão entre o período I e o período II representa provavelmente a situação em que o agregado deixou de conter água livre e ainda manteve a água adsorvida e a água absorvida.

Já no próximo ponto de transição, entre o período II e o III, observa-se que o agregado deixou de apresentar água adsorvida e ainda apresenta água absorvida. Constatou-se no ensaio utilizando a norma NM 30:2000 que o valor da absorção de água, na situação saturado superfície seca é da ordem de 0,48%, ou seja, coincidente com este ponto de inflexão.

No caso da figura 11, o período de transição, do período II para o III acaba se misturando, pois o gráfico mostra uma curva bem acentuada quando acaba o período I.

Dessa forma, pode-se concluir que, embora o procedimento de secagem desenvolvido por Dias (2004) permita obter o valor da absorção de água, nesta condição, de maneira bem visível para os agregados porosos, no caso dos agregados de baixa porosidade aberta e baixa absorção de água isso também é possível, fazendo-se a adequação da escala dos valores da absorção no trecho onde é possível ocorrer a água adsorvida e a água absorvida.

Figura 10 – Curva da velocidade de saída da água do sistema (E1-V2)

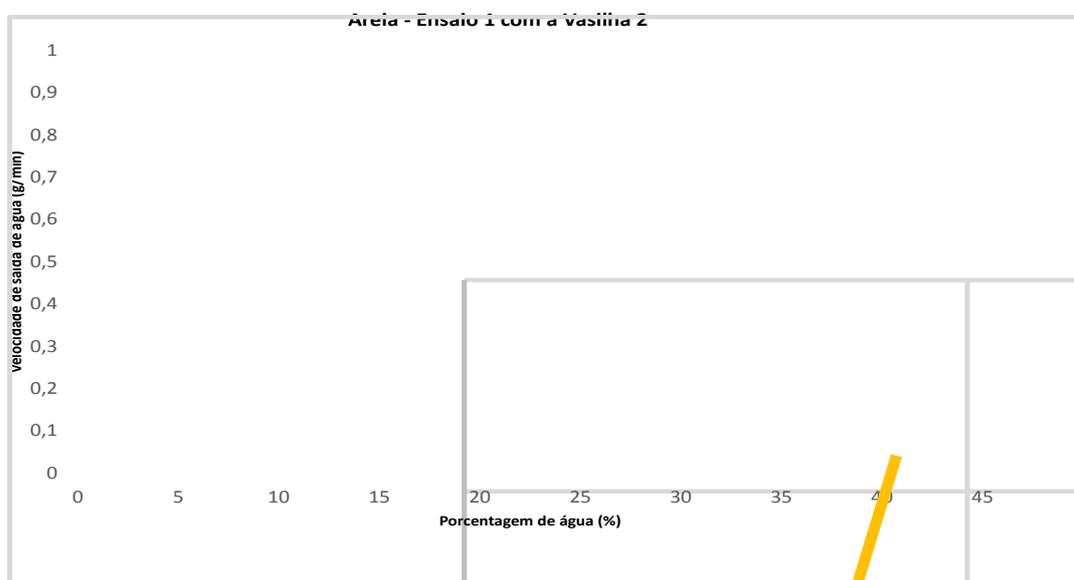
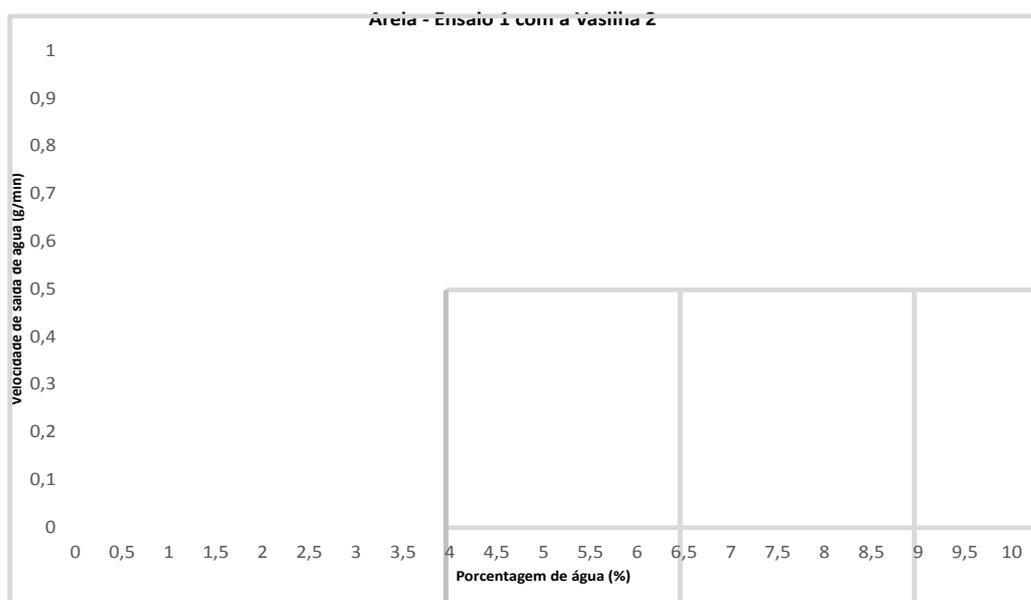


Figura 11 – Curva da velocidade de saída da água com foco na faixa de interesse (E1-V2)



### 3.4 Ensaio 2 com a Vasilha 2

O segundo ensaio (E2-V2) ocorreu no dia 24 de Junho às 14 horas e 50 minutos e foi retirado no dia 25 de Junho às 11 horas e 34 minutos. O procedimento e a análise do gráfico são semelhante ao ensaio anterior com a mesma vasilha, isso mostra que os ensaios são reprodutíveis. O gráfico que representa a cursa do ensaio está na figura 12.

Na figura 13, o gráfico do segundo ensaio da vasilha 2, apresenta-se a mesma curva de secagem da figura 12, porém fazendo-se uma aproximação na faixa de valores de interesse, ou seja, mais próximo do valor de 0,48% obtido no ensaio utilizando a norma ABNT NM 30:2000 e nas proximidades de 3 a 4%, que são valores de mudança de coeficiente angular da reta da regressão, dos períodos de secagem (I e II).

Pode-se observar que a curva da figura 13 apresenta as mesmas características da figura 11, comprovando que o ensaio é reprodutível e que os resultados encontrados são semelhantes.

No próximo ponto de transição, entre o período II e o III, observa-se que o agregado deixou de apresentar água adsorvida e ainda apresenta água absorvida. Constatou-se no ensaio utilizando a norma NM 30:2000 que o valor da absorção de água, na situação saturado superfície seca é da ordem de 0,48%, ou seja, coincidente com este ponto de inflexão.

Dessa forma, pode-se concluir que, embora o procedimento de secagem desenvolvido por Dias (2004) permita obter o valor da absorção de água, nesta condição, de maneira bem

visível para os agregados porosos, no caso dos agregados de baixa porosidade aberta e baixa absorção de água isso também é possível, fazendo-se a adequação da escala dos valores da absorção no trecho onde é possível ocorrer a água adsorvida e a água absorvida.

Figura 12 – Curva da velocidade de saída da água do sistema (E2-V2)

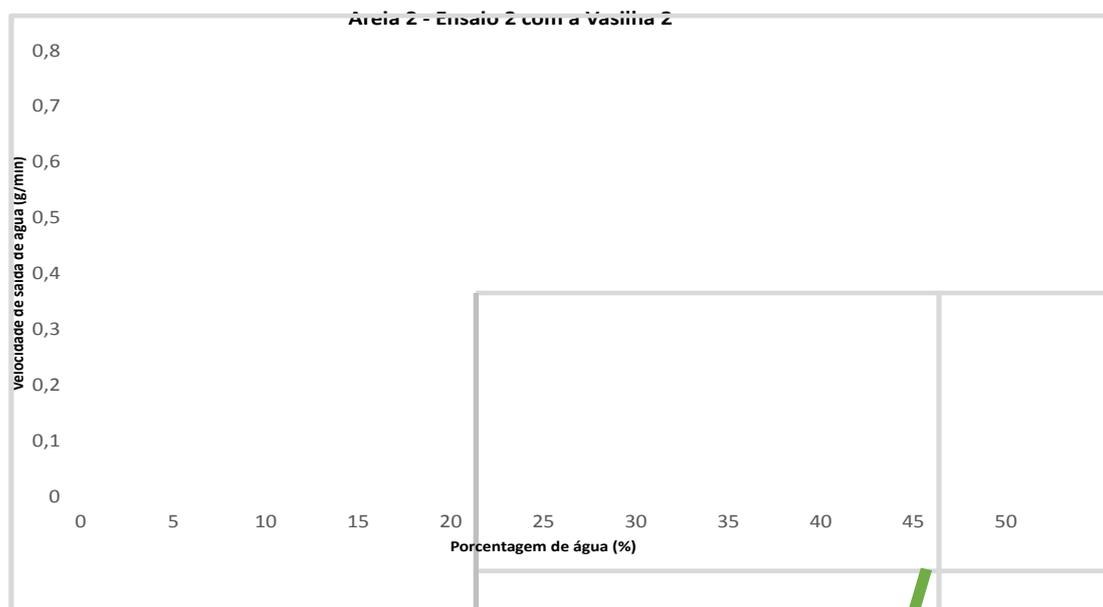
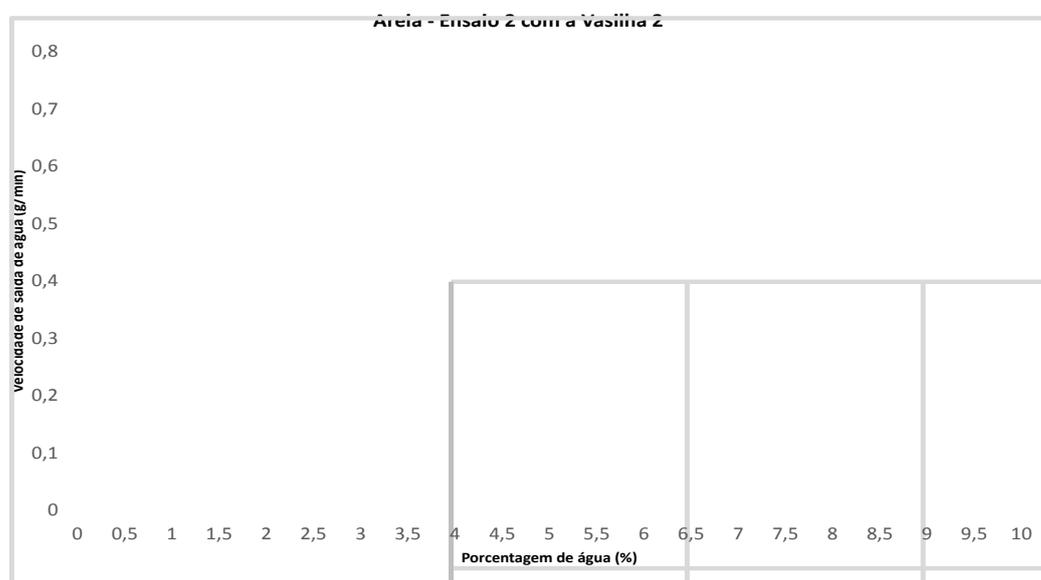


Figura 13 – Curva da velocidade de saída da água com foco na faixa de interesse (E2-V2)



### 3.5 Ensaio 1 com a Vasilha 3

O último ensaio foi realizado com a menor das três vasilhas, recipiente 3 (E1-V3), no dia 28 de Junho de 2013 às 14 horas e 6 minutos e foi retirado no dia 29 de Junho às 2 horas e 34 minutos. Mesmo com a menor de todas as vasilhas percebemos que a estrutura do gráfico é

semelhante à dos anteriores, sendo que o procedimento de saída de água, livre, adsorvida e absorvida é o mesmo. E a figura 14 mostra o gráfico realizado no último ensaio.

Na figura 15, temos a menor vasilha do experimento, que apresenta a mesma curva de secagem da figura 14, porém fazendo-se uma aproximação na faixa de valores de interesse, ou seja, mais próximo do valor de 0,48% obtido no ensaio utilizando a norma ABNT NM 30:2000 e nas proximidades de 3 a 4%, que são valores de mudança de coeficiente angular da reta da regressão, dos períodos de secagem (I e II).

Pode-se observar na curva da figura 15 que o ponto de inflexão entre o período I e o período II representa provavelmente a situação em que o agregado deixou de conter água livre e ainda manteve a água adsorvida e a água absorvida.

Já no próximo ponto de transição, entre o período II e o III, observa-se que o agregado deixou de apresentar água adsorvida e ainda apresenta água absorvida. Constatou-se no ensaio utilizando a norma NM 30:2000 que o valor da absorção de água, na situação saturado superfície seca é da ordem de 0,48%, ou seja, coincidente com este ponto de inflexão.

Dessa forma, pode-se concluir que, embora o procedimento de secagem desenvolvido por Dias (2004) permita obter o valor da absorção de água, nesta condição, de maneira bem visível para os agregados porosos, no caso dos agregados de baixa porosidade aberta e baixa absorção de água isso também é possível, fazendo-se a adequação da escala dos valores da absorção no trecho onde é possível ocorrer a água adsorvida e a água absorvida.

Figura 14 – Curva da velocidade de saída da água do sistema (E1-V3)

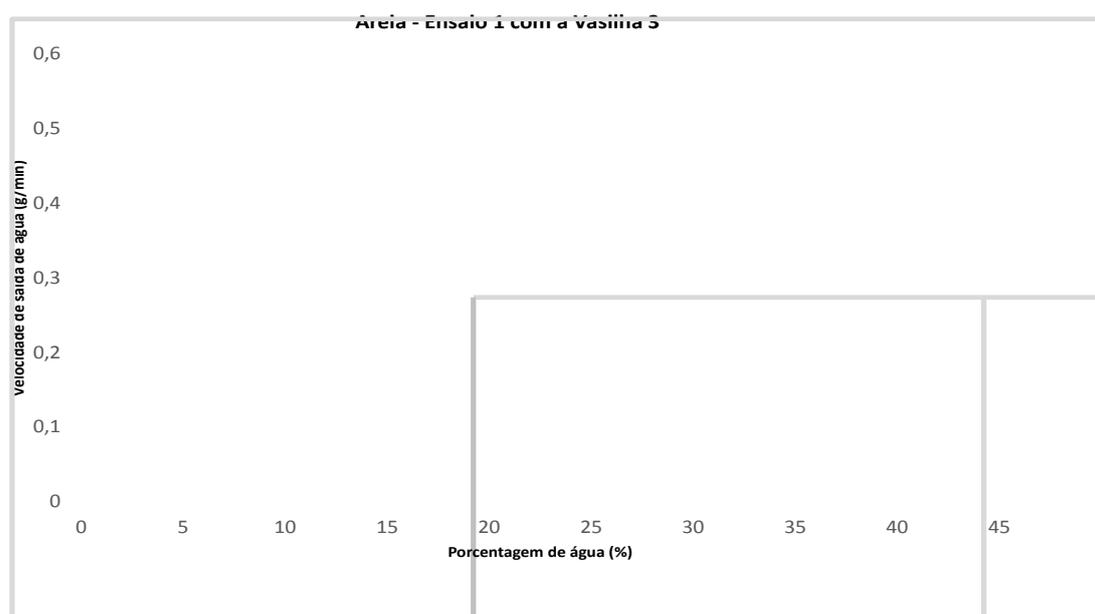
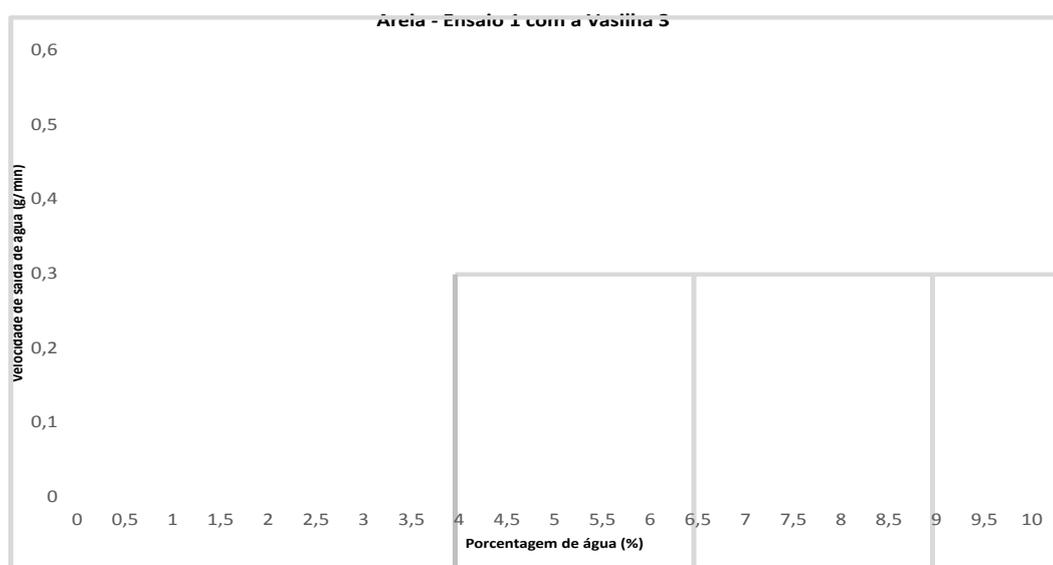


Figura 15 – Curva da velocidade de saída da água com foco na faixa de interesse (E1-V3)



### 3.6 Ensaio 2 com a Vasilha 3

A realização do segundo ensaio com a vasilha 3 (E2-V3), segue o mesmo procedimento do ensaio um, a diferença que o agregado estava completamente seco antes do processo de saturação, logo a presença de água no material era ínfima. A figura 16 mostra o resultado desse ensaio.

A figura 17 apresenta-se o segundo ensaio com a vasilha 3, a mesma curva de secagem da figura 16, podemos observar que as características dessa curva se assemelha ao da curva da figura 14 porém, fazendo-se uma aproximação na faixa de valores de interesse, ou seja, mais próximo do valor de 0,48% obtido no ensaio utilizando a norma ABNT NM 30:2000 e nas proximidades de 3 a 4%, que são valores de mudança de coeficiente angular da reta da regressão, dos períodos de secagem (I e II).

Já no próximo ponto de transição, entre o período II e o III, observa-se que o agregado deixou de apresentar água adsorvida e ainda apresenta água absorvida. Constatou-se, como nos casos anteriores, que no ensaio utilizando a norma NM 30:2000 o valor da absorção de água, na situação saturado superfície seca é da ordem de 0,48%, ou seja, coincidente com este ponto de inflexão.

Figura 16 – Curva da velocidade de saída da água do sistema (E2-V3)

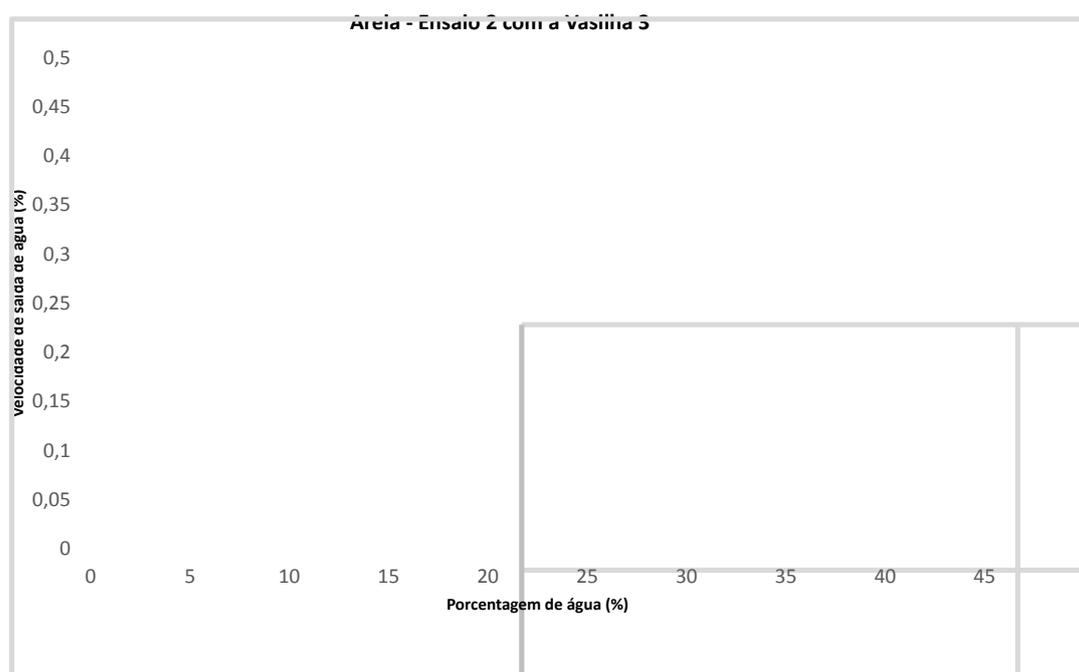
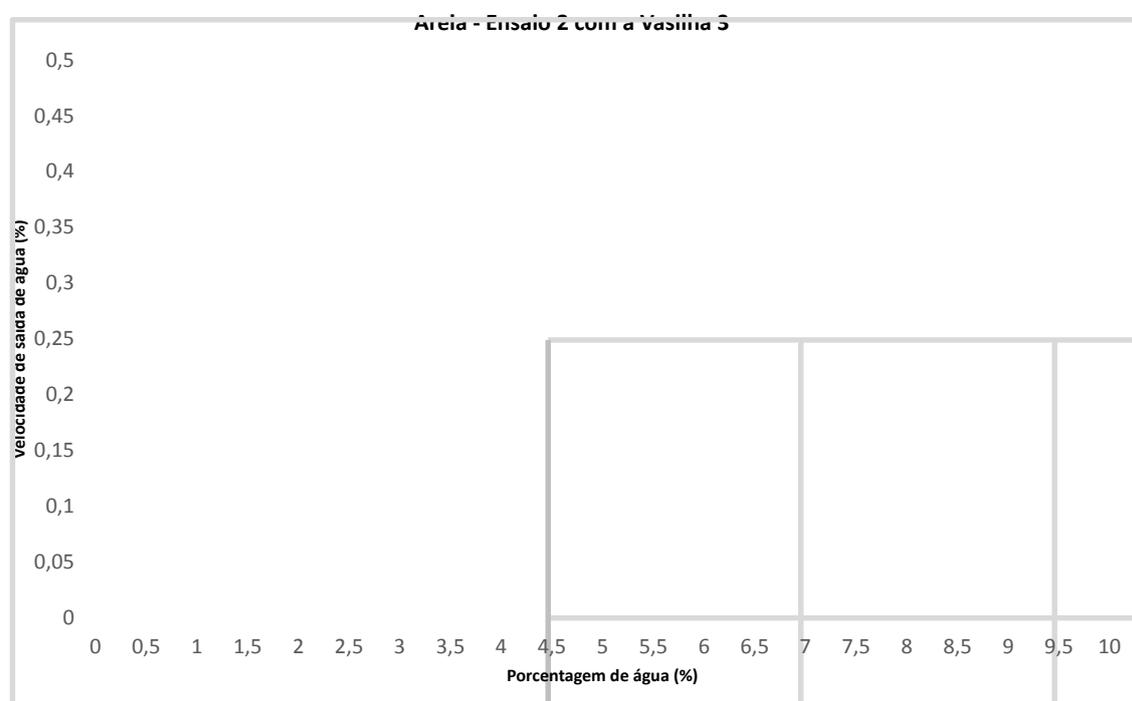


Figura 17 – Curva da velocidade de saída da água com foco na faixa de interesse (E2-V3)



#### 4. Conclusão

O objetivo do trabalho foi verificar se o procedimento desenvolvido por Dias (2004), para ensaios de determinação da absorção de água de agregados minerais porosos, é aplicável aos agregados naturais, que apresentam baixo valor de absorção de água, normalmente abaixo de 1%.

Para atingir o objetivo proposto realizaram-se ensaios, com areia natural, utilizando-se como valor de referência a absorção de água obtida aplicando-se o ensaio preconizado na norma ABNT NM 30:2000, que resultou no valor de 0,48%. A absorção determinada por este método é dependente do operador, pois necessita preparar o material na condição saturado superfície seca, o que é realizado por tentativas.

Comparando-se os resultados obtidos com a utilização dos dois métodos, foi possível observar que o procedimento desenvolvido por Dias (2004) pode ser aplicado aos agregados naturais, mas ressalta-se que, devido ao valor da absorção de água ser muito baixo e o procedimento é gráfico, é necessário adequar a escala do teor de umidade (resolução da balança e a escala da abscissa) ao caso em estudo, ou seja, fazer o foco da análise na faixa de valores de interesse. Ainda, para que o ensaio tenha um tempo de realização abreviado, deve-se utilizar uma quantidade inicial de água somente o suficiente para saturar e manter os grãos molhados, evitando-se o período de secagem da água livre em excesso.

Outra recomendação para o ensaio de secagem é realizá-lo em um local sem ocorrência de vento e vibração, para um funcionamento da balança e do computador sem interferências externas.

Finalmente, com os ensaios realizados conforme o procedimento desenvolvido por Dias (2004) foi possível observar os diferentes períodos de secagem indicados por este autor na curva teórica, o que reforça sua proposta para a identificação da condição saturado superfície seca para o agregado através da curva de secagem.

## 5 Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM30**. Agregado miúdo – determinação da absorção de água. Rio de Janeiro, ABNT, 2001.

DIAS, J. F. Avaliação de resíduos da fabricação de telhas cerâmicas para seu emprego em camadas de pavimento de baixo custo. São Paulo, 2004. 251p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica Universidade de São Paulo.

DIAS, J. F.; AGOPYAN, V. Procedimento alternativo para a determinação da absorção de agregados reciclados porosos. I Conferência Latino Americana, São Paulo, 2004.

DIAS, J. F.; AGOPYAN, V.; SILVA, T. J. Proposta de procedimento para determinação da absorção de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil para emprego em concreto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO. Anais... 47º CBC Olinda-PE. São Paulo: IBRACON, 2005.