

# Estudo do comportamento do grau de saturação em estruturas de concreto armado inseridas em ambiente marítimo

Karen Nunes de Souza <sup>1</sup>; André Tavares da Cunha Guimarães <sup>2</sup>; Gabriela Martins Pinto <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia Oceânica – FURG, Rio Grande, RS; Aluna do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – UFRGS, Porto Alegre, RS - [karen.n.souza@gmail.com](mailto:karen.n.souza@gmail.com)

<sup>2</sup> Departamento de Materiais e Construção – FURG, Rio Grande, RS - [atcg@vetorial.net](mailto:atcg@vetorial.net)

<sup>3</sup> Aluna de Graduação em Engenharia Civil – FURG, Rio Grande, RS

**RESUMO:** Em estudos recentes, verificou-se que um dos fatores de grande relevância na difusão dos íons cloreto é o grau de saturação no concreto (GS). A fim de verificar a constância do comportamento do GS, este trabalho tem como objetivo comparar valores registrados em um período de dois anos (período corrente desta pesquisa), colaborando assim, com a elaboração de projetos no que diz respeito à vida útil das estruturas de concreto armado, dada a estreita relação entre GS, difusão de íons cloreto e corrosão das armaduras (principalmente estando esta inserida em ambiente marítimo). Para tal estudo foram empregados dados oriundos de análise experimental, na qual foram realizadas medições do teor de umidade em diferentes tipos de concreto, micro-ambientes e superfícies expostas em relação à superfície de concretagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** íons cloreto, vida útil, grau de saturação, durabilidade, valores médios sazonais.

## 1. INTRODUÇÃO

Em estruturas de concreto armado, situadas em zona costeira, é comum se observar problemas de corrosão nas armaduras, principalmente aquela iniciada pelos íons cloreto. Em estudos recentes, verificou-se que um dos fatores de grande relevância na difusão desses íons é o grau de saturação (GS) do concreto [3]. O grau de saturação (GS) é definido como o percentual de teor de umidade da massa do corpo de prova em relação à absorção de água após imersão e fervura.

Objetivando estudar o comportamento do GS do concreto, Souza [4] realizou uma análise experimental no qual foram feitas medições do teor de umidade em diferentes tipos de concreto, micro-ambientes e superfícies expostas em relação à superfície de concretagem, e após um adequado tratamento estatístico, verificou seus valores médios sazonais, bem como sua variação (trajetória) ao longo do ano em função da combinação considerada.

Segundo Souza [4], é de suma importância considerar o GS nos modelos de previsão da vida útil de estruturas de concreto, sendo que o uso de seus valores médios sazonais mostra-se satisfatório em tal análise, não havendo necessidade de considerá-lo como variável aleatória.

Desta forma, a fim de dar continuidade a este estudo, verificando a constância do comportamento do GS em estruturas de concreto, este trabalho tem como objetivo comparar valores do GS registrados em um período de dois anos (período corrente desta pesquisa), colaborando assim, com a elaboração de projetos no que diz respeito à vida útil das estruturas

de concreto armado, dada a estreita relação entre GS, difusão de íons cloreto e corrosão das armaduras (principalmente estando esta inserida em ambiente marítimo).

## 2. METODOLOGIA

Guimarães [3] demonstrou que a relação entre o GS e o coeficiente de difusão de cloretos não é linear. Portanto, para não haver maiores erros na estimativa da média anual do coeficiente de difusão, considerando a variação do GS, considera-se a variação desse fator por estação do ano. Assim, obtém-se o GS médio de cada estação, estimando seus coeficientes de difusão médios e com esses valores se obtém um coeficiente de difusão médio do ano.

Souza [4] verificou que para caracterizar o comportamento real do GS sazonalmente não é necessário fazer medições diárias, sendo uma medição semanal suficiente para se obter os parâmetros estatísticos (média e desvio padrão) necessários para caracterizar cada estação, indiferente do mês ou dia da semana. Porém, essa proposta vem junto à ressalva de que essa medição seja realizada em um dia da semana previamente estabelecido durante todo o ano, indiferente das condições climáticas correntes, deixando assim, a ação da intempérie atuar, evitando a tendência dos dados devido à ação humana.

Assim, dando continuidade ao experimento realizado pela autora, foram realizadas medições semanais durante um ano de testemunhos retirados dos elementos pesquisados (conforme descrito na seção 3) permitindo após um adequado tratamento estatístico, comparar os valores médios sazonais do grau de saturação registrados com as informações obtidas no ano decorrido.

## 3. INVESTIGAÇÃO EXPERIMENTAL

Com o objetivo de verificar a influência das propriedades do concreto na variação do GS, o experimento propõe o estudo de cinco diferentes composições de concreto. Os materiais inerentes às composições apresentam mesmas características, garantindo tratamento idêntico para as variáveis envolvidas e também para que os resultados obtidos sejam comparáveis entre si.

A Figura 1 esquematiza a relação existente entre os traços desenvolvidos. A composição de cada traço, bem como suas propriedades, estão descritas na Tabela 1.

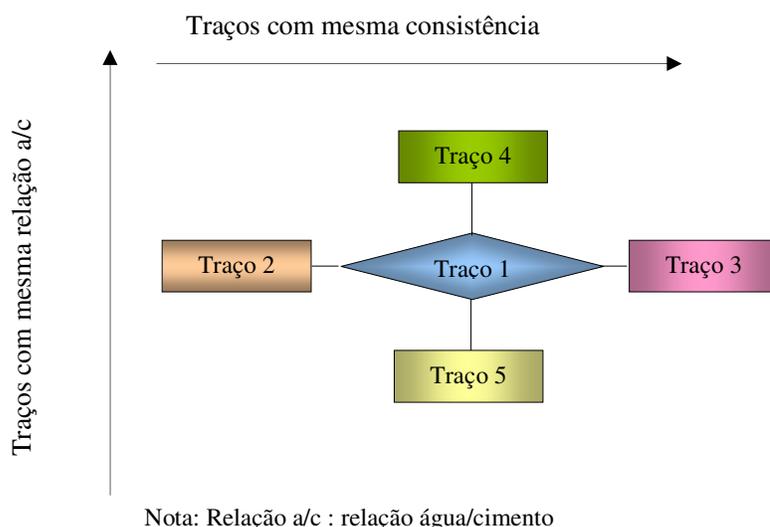


Figura 1 – Relação entre os traços desenvolvidos

Tabela 1 – Descrição dos traços estudados

Traço	Relação c : m	c : am : ag : a/c	Abatimento (mm)
1	1 : 5	1 : 2,12 : 2,88 : 0,54	110
2	1 : 4	1 : 1,6 : 2,4 : 0,45	110
3	1 : 6	1 : 2,64 : 3,36 : 0,63	110
4	1 : 4	1 : 1,6 : 2,4 : 0,54	220
5	1 : 6	1 : 2,64 : 3,36 : 0,54	12

Onde:

c – proporção de cimento

m – total de material seco composto pelos agregados miúdo e graúdo

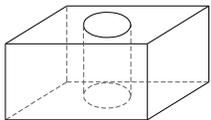
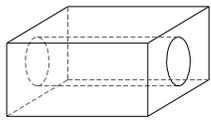
am – proporção de agregado miúdo

ag – proporção de agregado graúdo

a/c – relação água/cimento

Com cada concreto executado confeccionou-se corpos de prova (CP's) de dimensões 15x15x30cm. Os CP's permaneceram em estufa úmida de 24h à 28 dias, onde se deu início à cura do concreto, passando para ambiente de laboratório até a idade de 6 meses, quando foi feita a desforma dos mesmos. Destes CP's foram extraídos cilindros com 10cm de diâmetro, conforme a ref. [1]. Estes cilindros de concreto foram fatiados de modo que dessem origem a testemunhos com aproximadamente 4cm de espessura. A Figura 2 esquematiza tais procedimentos e suas variações.

Cada testemunho foi revestido com silicone, com exceção de uma de suas faces (a que se queria ensaiar). A massa de cada testemunho foi obtida e registrada antes e depois da aplicação do revestimento.

Direção da extração do cilindro	Testemunhos fatiados	Direção da extração do cilindro	Testemunhos fatiados
 Vertical (V)	 Topo (T)	 Horizontal (H)	 Centro (C)
	 Centro (C)		 Lateral (L)
	 Fundo (F)		

Nota: Tanto a direção da extração do cilindro como os testemunhos fatiados são em relação à superfície de concretagem do CP

Figura 2 – Preparação dos testemunhos: extração e fatiamento dos cilindros

Um suporte de madeira e isopor foi projetado visando garantir que todos testemunhos, especificamente as faces não revestidas, ficassem expostos às intempéries e posicionados conforme determinado em projeto (Figura 3); os mesmos foram fixados em placas de isopor para manter a temperatura do concreto similar à da superfície analisada (Figura 4).

As combinações entre: traços executados, direções de extração do cilindro de concreto e testemunhos fatiados (ambos em relação à superfície de concretagem dos CP's), juntamente com as diferentes possibilidades de exposição (micro ambientes), possibilitaram simular 15 (quinze) distintas situações, sendo 14 (quatorze) inseridas em ambiente externo e 1 (uma) em laboratório. Ao total foram analisados 30 (trinta) testemunhos, caracterizados na Tabela 2.

Sentido	Direção
Vertical (V)	<p>NORTE</p> <p>OESTE LESTE</p> <p>SUL</p>
Horizontal (H)	<p>Voltada para cima</p> <p>Voltada para baixo</p>

Figura 3 – Variação da posição dos testemunhos (em relação à face não revestida)



Figura 4 – Testemunhos expostos no suporte projetado

Tabela 2 - Identificação dos testemunhos analisados

Testemunho	Traço	Direção da extração	Face	Posição da face exposta	
		do cilindro	exposta	Sentido	Direção
1 2	1	V	C	V	S
3 4	2	V	C	V	S
5 6	3	V	C	V	S
7 8	4	V	C	V	S
9 10	5	V	C	V	S
11 12	1	V	T	V	S
13 14	1	V	F	V	S
15 16	1	H	L	V	S
17 18	1	H	C	V	S
19 20	1	V	C	H	para cima
21 22	1	V	C	V	L
23 24	1	V	C	H	para baixo
25 26	1	V	C	V	N
27 28	1	V	C	V	O
29 30	1	V	C	H	laboratório

Nota: Tanto a direção da extração do cilindro como a face exposta, são em relação à superfície de concretagem do CP

Para que as variações do teor de umidade fossem estudadas, a massa diária ( $M_d$ ) de cada testemunho foi obtida e registrada durante dois anos (Figura 5). Desta forma, a partir das Equações 1 e 2, obtém-se o valor do GS para cada situação analisada.

$$GS = \frac{A_d}{A_{\max}} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

$$A_d = \left( \frac{M_d - M_s - M_{\text{sil}}}{M_s} \right) \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo:

$A_d$  – absorção diária do testemunho

$A_{\max}$  – absorção máxima do testemunho

$M_d$  – massa diária do testemunho

$M_s$  – massa seca do testemunho

$M_{\text{sil}}$  – massa de silicone que reveste as faces do testemunho

A massa seca e a absorção máxima dos testemunhos foram determinadas conforme NBR 9778 [2].

Todo o experimento foi realizado no Campus Cidade da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, junto ao Laboratório de Química dos Materiais do Departamento de Materiais e Construção.



Figura 5 – Registro diário da massa de cada testemunho

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Considerações

A fim de facilitar o presente estudo, as 15 (quinze) situações simuladas foram separadas em 3 (três) diferentes grupos. A variação do traço, da superfície exposta em relação à

superfície de concretagem e os micro-ambientes, nos quais estão inseridos os testemunhos, caracterizam os mesmos (Tabela 3).

Tabela 3 – Caracterização dos grupos estudados

Grupo	Testemunhos	Traço	Direção da extração do cilindro	Face exposta	Posição da face exposta	
					Sentido	Direção
I	1VC / VS	varia	V	C	V	S
	2VC / VS					
	3VC / VS					
	4VC / VS					
	5 VC / VS					
II	1VC / VS	1	varia	varia	V	S
	1VT / VS					
	1VF / VS					
	1HL / VS					
	1HL / VS					
III	1VC / VS	1	V	C	varia	Varia
	1VC / VL					
	1VC / Hcima					
	1VC / Hbaixo					
	1VC / VO					
	1VC / VN					
	1VC / Laboratório					

Nota: Tanto a direção da extração do cilindro como a face exposta, são em relação à superfície de concretagem do CP

O Grupo I, caracterizado pela variação do traço, foi separado em dois subgrupos. Isto se deve ao fato de que se trata de concretos com características distintas e, portanto não comparáveis entre si (Figura 1). A Tabela 4 mostra esta subdivisão.

Tabela 4 – Caracterização dos Subgrupos estudados

Grupo	Subgrupo	Característica do subgrupo	Testemunhos
I	Ia	Concretos com mesma consistência	1VC / VS
			2VC / VS
			3VC / VS
	Ib	Concretos com mesma relação a/c	1VC / VS
			4VC / VS
			5 VC / VS

## 4.2 Tratamento estatístico

Após a realização do experimento e coleta de dados, fez-se uma análise dos dados utilizando o programa *Statística for Windows*. O valor médio do GS registrado sazonalmente para cada situação simulada no período da pesquisa (dois anos) está na Tabela 5.

Tabela 5 – Médias sazonais do GS (dois anos)

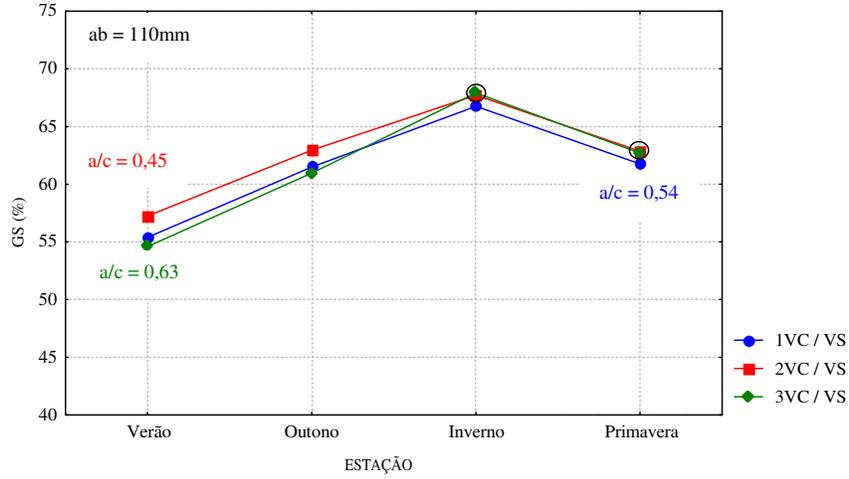
CP \ Estação	Verão		Outono		Inverno		Primavera	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
1VC / VS	55,38	55,14	61,48	59,73	66,75	61,41	61,76	58,24
2VC / VS	57,23	56,24	62,96	60,05	67,71	61,51	62,87	58,62
3VC / VS	54,59	55,32	60,96	60,18	67,99	62,62	62,71	59,59
4VC / VS	56,11	59,29	63,85	63,94	70,94	65,76	66,31	62,92
5VC / VS	51,81	50,05	55,70	54,59	59,49	56,49	55,62	53,35
1VT / VS	50,19	51,01	55,91	55,85	60,94	57,82	56,33	54,61
1VF / VS	53,55	49,78	55,25	51,95	57,87	53,19	54,34	50,73
1HL / VS	51,86	56,51	59,96	60,80	68,90	62,48	63,14	59,26
1HC / VS	58,73	59,53	64,97	63,05	71,25	64,86	66,37	62,16
1VC / VL	58,58	55,49	62,37	63,16	64,77	64,72	60,12	58,57
1VC / Hcima	63,28	54,46	65,87	56,66	67,93	57,22	61,79	55,47
1VC / Hbaixo	50,15	44,55	47,71	45,35	48,70	46,54	47,42	45,25
1VC / VN	59,80	56,61	62,18	58,99	65,28	59,80	62,39	59,52
1VC / VO	53,51	51,34	58,34	54,41	64,08	56,50	57,83	54,21
1VC / Lab	46,99	41,95	43,41	42,24	44,07	43,28	43,73	43,25

## 4.3 Comportamento do grau de saturação

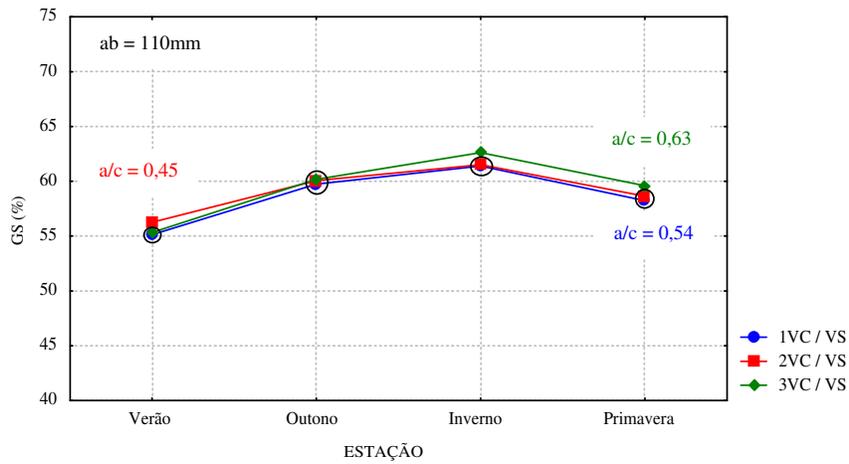
### 4.3.1 A influência do traço do concreto na variação do grau de saturação

As Figuras 6 e 7 mostram o comportamento anual das médias sazonais do GS, durante os dois anos de pesquisa, nos testemunhos do Grupo I, caracterizado pela variação do traço dos concretos.

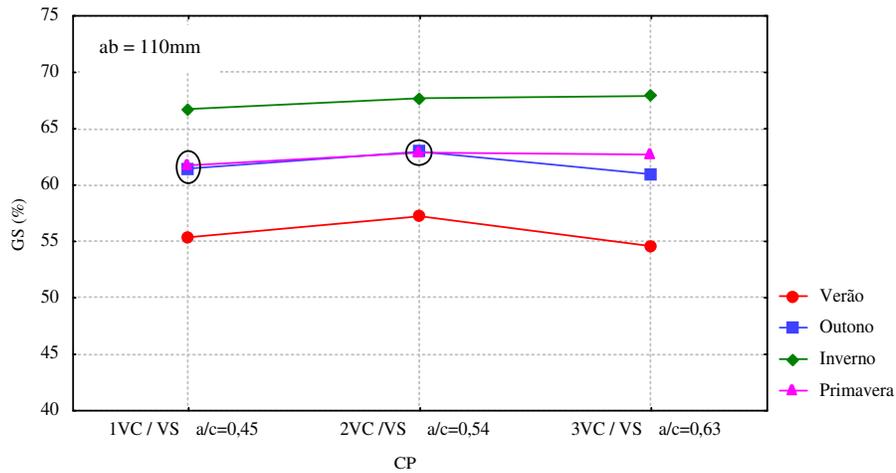
A Figura 6 mostra o comportamento dos concretos com mesma consistência (Subgrupo I.a):



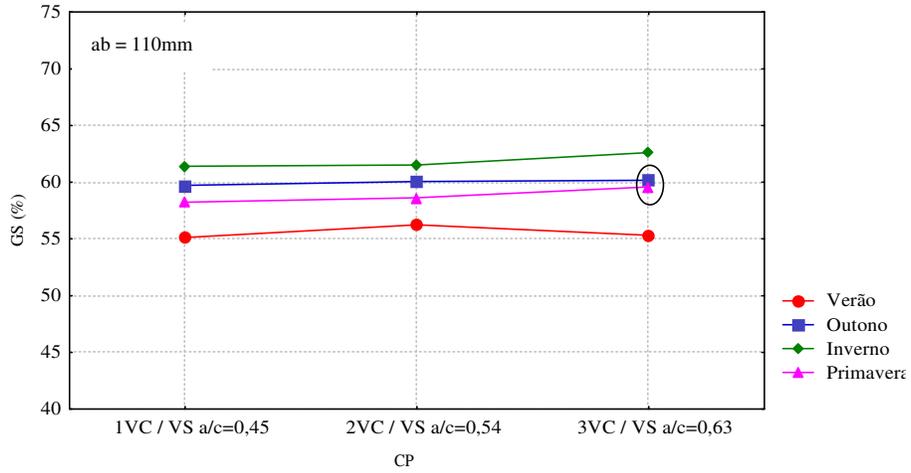
(a) médias sazonais do GS por estação - 2004



(b) médias sazonais do GS por estação - 2005



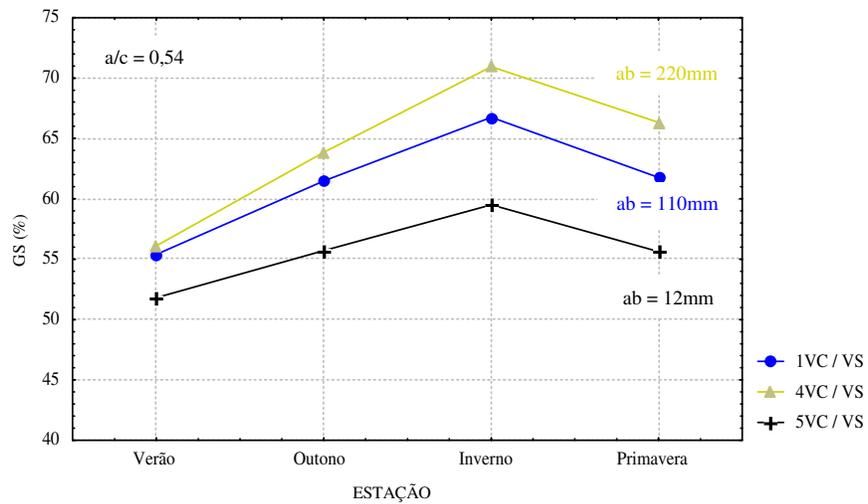
(c) médias sazonais do GS por traço - 2004



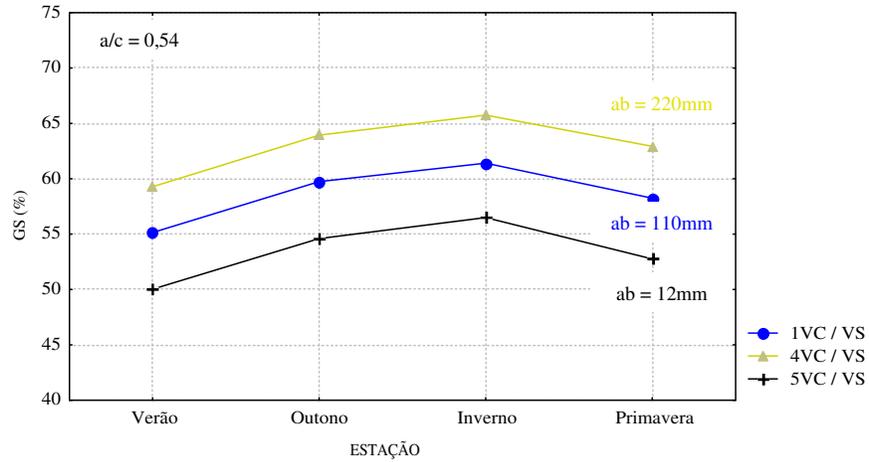
(d) médias sazonais do GS por traço - 2005

Figura 6 – Gráficos das médias sazonais do GS com mesma consistência

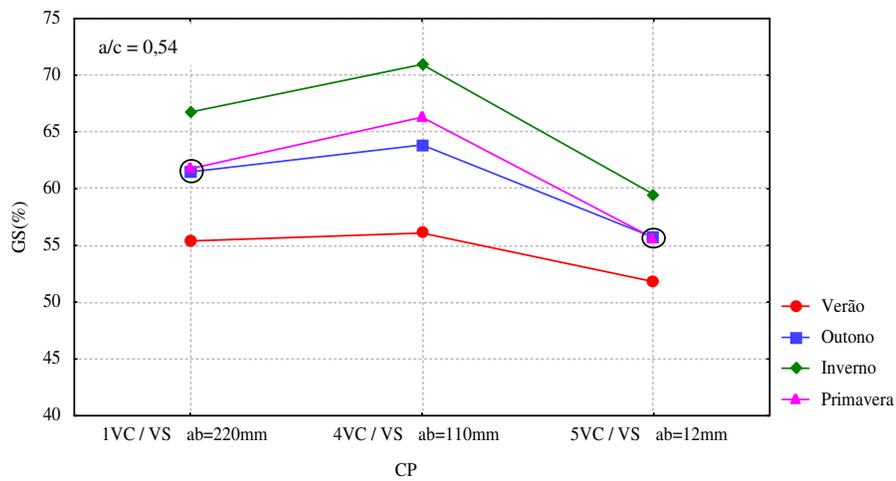
A Figura 7 mostra o comportamento dos concretos com mesma relação a/c (Subgrupo I.b):



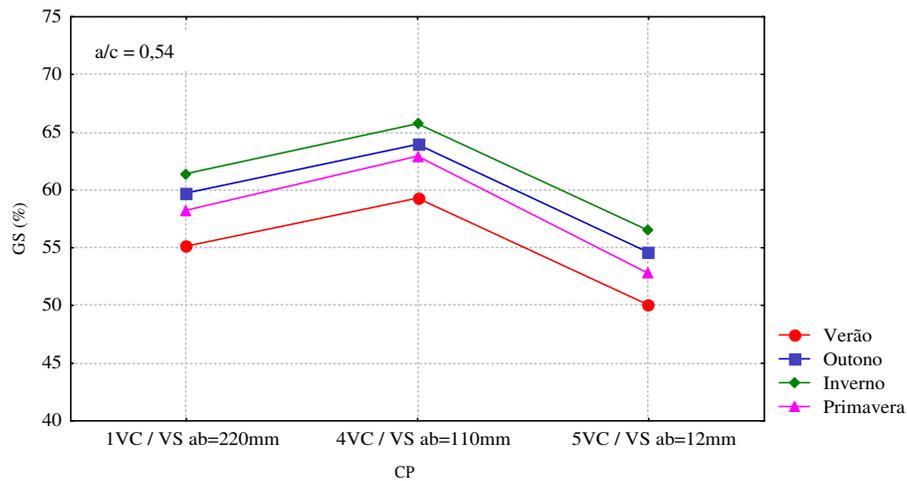
(a) médias sazonais do GS por estação - 2004



(b) médias sazonais do GS por estação - 2005



(c) médias sazonais do GS por traço - 2004



(d) médias sazonais do GS por traço - 2005

Figura 7 – Gráficos das médias sazonais do GS com mesma resistência

Observou-se nos dois subgrupos um comportamento análogo em todas situações simuladas durante os dois anos da pesquisa (Figuras 6.a e 6.b; Figuras 7.a e 7.b). Tanto nos concretos com mesma consistência como nos de mesma relação a/c, o aumento das médias do GS caracteriza o verão, o outono e o inverno consecutivamente, onde a partir daí, ocorre uma redução na média do GS até a primavera, sendo este então, o comportamento característico para diferentes composições de concreto.

Ao realizar testes de significância ao nível de 5%, verificou-se que, dentro de cada estação sazonal, os traços com mesma consistência apresentavam médias bastante próximas, sendo que em algumas estações não apresentavam diferença significativa ( $p < 0,05$ ), comportamento este mais expressivo no segundo ano de medições (Figura 6.a e 6.b). Os concretos com mesma relação a/c mostraram diferença significativa entre as médias sazonais, sendo quanto maior a trabalhabilidade, maior o GS (Figura 7.a e 7.b).

Aplicando o Teste de Post Hoc de Tukey do software *Statística for Windows*, utilizando um nível de significância de 5%, observou-se que no outono e na primavera os traços estudados apresentam GS médios iguais ou pelo menos muito próximos, sendo estes intermediários entre o inverno e o verão, com maiores e menores médias respectivamente (Figuras 6.c e 6.d; Figuras 7.c e 7.d).

Como o objetivo deste trabalho é de verificar a constância das medições do primeiro ano de pesquisa, as causas que explicam o comportamento do GS nestes testemunhos não serão aqui descritas, sendo as mesmas apresentadas por Souza [4].

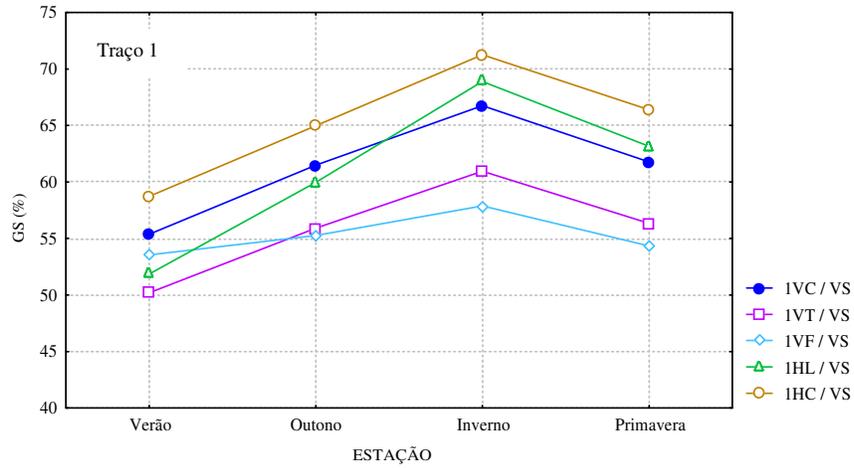
#### 4.3.2 A influência da superfície de concretagem na variação do grau de saturação

A Figura 8 mostra o comportamento das médias sazonais do GS nos testemunhos pertencentes ao Grupo II, caracterizado pela variação da superfície exposta em relação à superfície de concretagem. Todos os testemunhos deste grupo estão posicionados verticalmente com a face exposta orientada ao sul (VS).

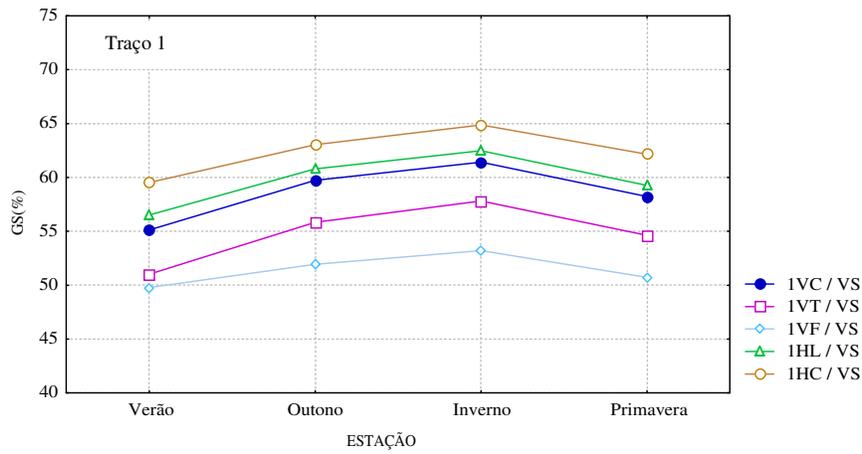
Os testemunhos deste grupo apresentaram um aumento das médias do GS entre o verão e o inverno, onde a partir daí, ocorre uma redução na média do GS até a primavera. Este comportamento descreve a trajetória das médias sazonais do GS para qualquer superfície de concretagem, mostrando diferença significativa ( $p < 0,05$ ) apenas no que diz respeito aos seus valores médios sazonais (Figuras 8.a 8.b). Em geral, o testemunho de fundo, obtido por extração vertical, é quem apresentou médias de GS inferiores em relação às demais superfícies e o testemunho de centro, obtido por extração horizontal, foi que permaneceu com as maiores médias.

Aplicando o Teste de Post Hoc de Tukey do software *Statística for Windows*, utilizando um nível de significância de 5%, observou-se que as médias sazonais do GS apresentavam mesmo comportamento nas diferentes superfícies de concretagem, sendo a maior média registrada no inverno, seguida do outono, primavera e verão (Figuras 8.c e 8.d).

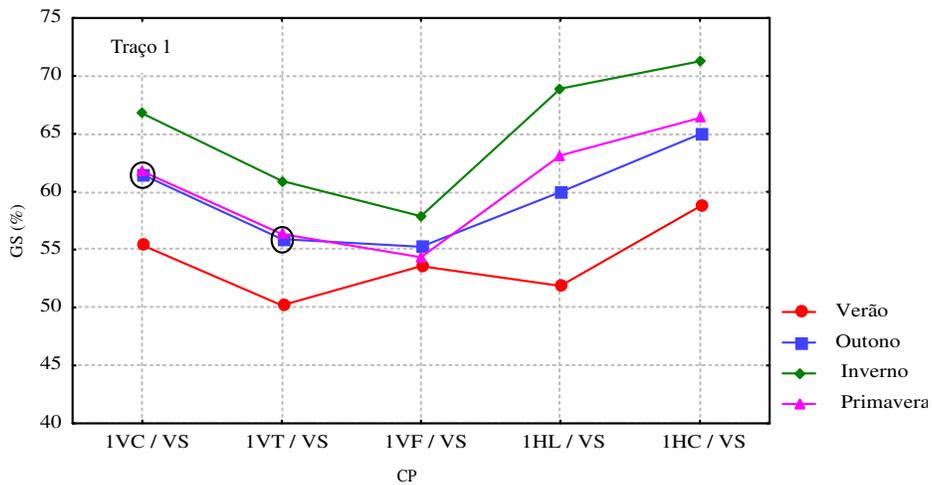
Como o objetivo deste trabalho é de verificar a constância das medições do primeiro ano de pesquisa, as causas que explicam o comportamento do GS nestes testemunhos não serão aqui descritas, sendo as mesmas apresentadas por Souza [4].



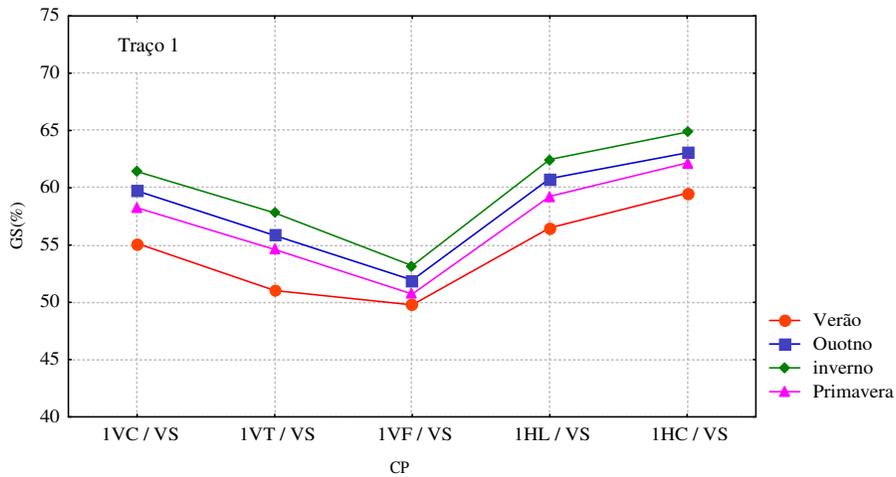
(a) médias sazonais do GS por estação - 2004



(b) médias sazonais do GS por estação - 2005



(c) médias sazonais do GS por traço - 2004

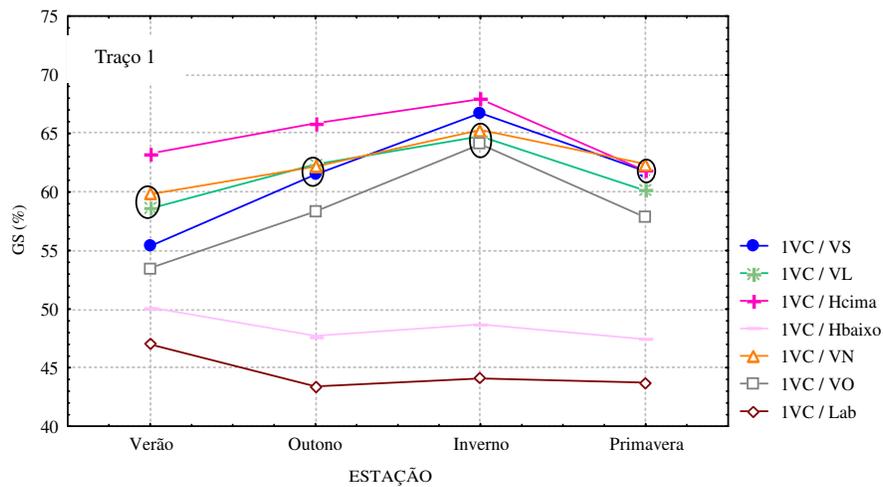


(d) médias sazonais do GS por traço - 2005

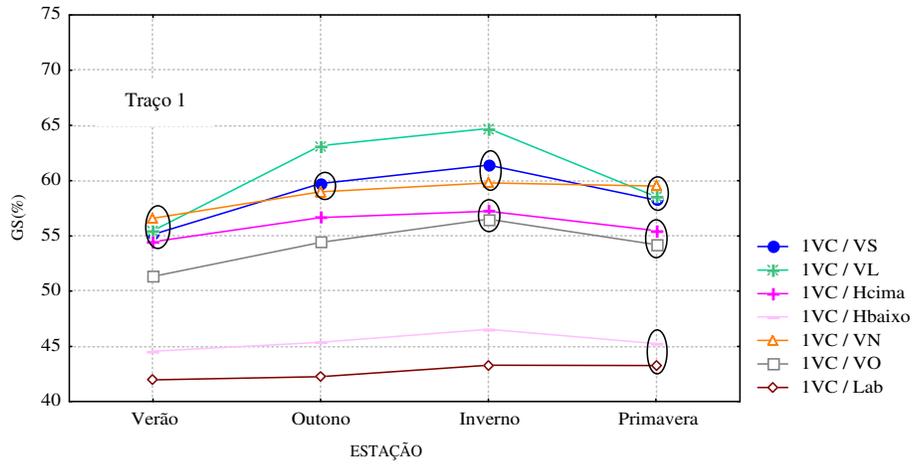
Figura 8 – Gráficos das médias sazonais do GS em diferentes superfícies de concretagem

#### 4.3.3 A influência do micro-ambiente na variação do grau de saturação

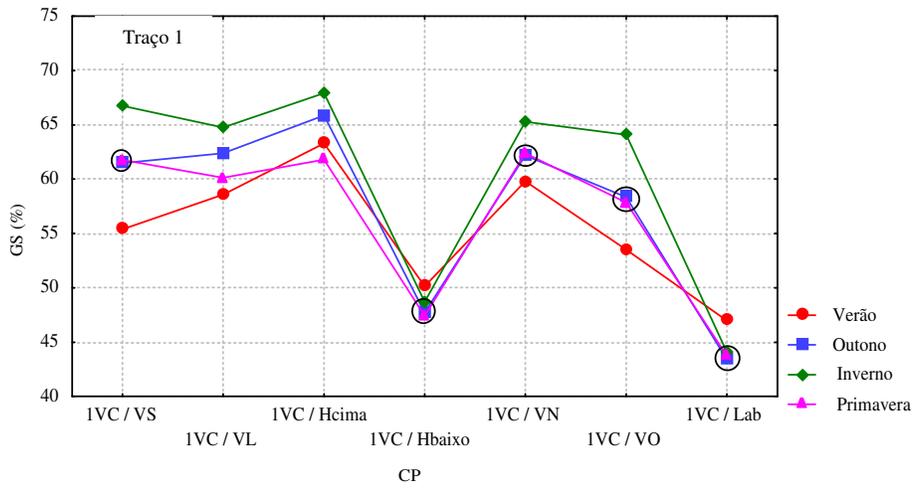
A Figura 9 mostra o comportamento das médias sazonais do GS nos testemunhos pertencentes ao Grupo III, caracterizado pela variação dos micro-ambientes nos quais os testemunhos estão inseridos. Todos os testemunhos deste grupo são de centro e obtidos por extração vertical (VC).



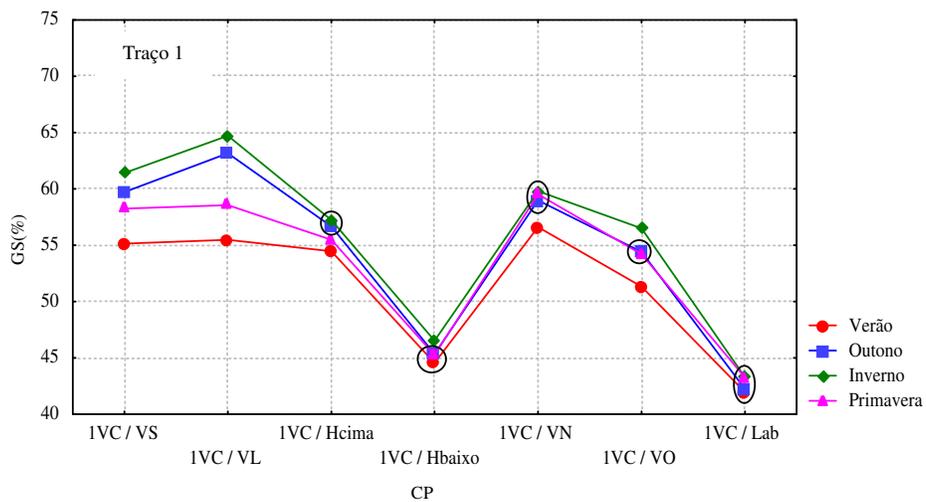
(a) médias sazonais do GS por estação - 2004



(b) médias sazonais do GS por estação - 2005



(c) médias sazonais do GS por traço - 2004



(d) médias sazonais do GS por traço - 2005

Figura 9 – Gráficos das médias sazonais do GS em diferentes micro ambientes

Observou-se no Grupo III, dois tipos de comportamento bastante distintos no primeiro ano de medições (Figura 9.a). Todos os testemunhos localizados em ambiente externo, com exceção do testemunho com a face exposta posicionada horizontalmente voltada para baixo, apresentaram comportamento análogo, ou seja, os testemunhos com as faces expostas posicionadas verticalmente em diferentes orientações geográficas e o testemunho posicionado horizontalmente voltado para cima, apresentaram aumento das médias do GS durante o verão, o outono e o inverno consecutivamente, onde a partir daí, ocorreu uma redução na média do GS até a primavera. O testemunho com face exposta posicionada horizontalmente voltada para baixo e o testemunho inserido em ambiente de laboratório, apresentaram uma pequena oscilação nas médias entre as estações. Já no segundo ano de medições, o comportamento das médias sazonais mostrou-se semelhante em todos micro ambientes simulados, com um aumento das médias do verão ao inverno e posterior decréscimo até a primavera, havendo diferença, apenas, nos valores das médias (Figura 9.b).

Durante os dois anos de medições, o testemunho com a face exposta voltada para baixo, apresentou em todas estações, médias de GS inferiores em relação aos demais testemunhos inseridos em ambiente externo. O testemunho inserido em laboratório mostrou médias de GS inferior às demais.

O testemunho com a face exposta voltada para cima apresentou, no segundo ano de medições, um comportamento não esperado, ou seja, diferente do ocorrido no primeiro ano, não registrou as maiores médias do GS em todas as estações do ano. Este fato deve ser melhor estudado comparando as variáveis climatológicas durante os dois anos, além de dar continuidade às medições, observando seu comportamento em anos seguintes.

Aplicando o Teste de Post Hoc de Tukey do software *Statística for Windows*, utilizando um nível de significância de 5%, observou-se que, em geral, as médias sazonais do GS apresentam mesmo comportamento nos diferentes micro-ambientes, sendo a maior média registrada no inverno, seguida do outono, primavera e verão (Figuras 8.c e 8.d), embora em grande parte dos casos a diferença entre as médias não tenha se mostrado significativa.

Como o objetivo deste trabalho é de verificar a constância das medições do primeiro ano de pesquisa, as causas que explicam o comportamento do GS nestes testemunhos não serão aqui descritas, sendo as mesmas apresentadas por Souza [4].

## 5. CONCLUSÕES

O presente trabalho caracteriza-se por apresentar uma ampla abordagem do comportamento do GS em diferentes tipos de concreto, micro-ambientes e superfícies expostas em relação à superfície de concretagem, fornecendo, assim, dados suficientes e com um nível de informação satisfatório sobre sua variabilidade.

A continuidade dada à pesquisa referente ao estudo do comportamento do GS do concreto veio corroborar o apresentado por Souza [4], onde na realização desta análise, estabeleceu algumas conclusões que estão reunidas abaixo:

- O comportamento (trajetória) do GS do concreto mostra-se similar na maior parte dos casos simulados (aumento das médias entre o verão e o inverno, decréscimo até a primavera). A variação do traço e da superfície de concretagem não mostra influência significativa no comportamento de GS, mas sim, nos valores das médias sazonais registradas. Em relação à variação dos micro ambientes, verificou-se além da diferença nas médias de GS, uma variação no comportamento do mesmo, mostrando-se oscilatório em alguns casos;
- Em geral, as maiores médias de GS foram registradas durante o inverno, sendo no verão os menores registros. As médias apresentadas no outono e na primavera mostram-se iguais ou próximas em grande parte dos casos;

- Dentro de cada estação sazonal, os traços com mesma consistência apresentam médias bastante próximas, sendo que em algumas estações não apresentam diferença significativa. Os concretos com mesma relação a/c mostram diferença entre as médias sazonais, sendo quanto maior a trabalhabilidade, maior o GS;
- Entre os testemunhos com diferentes superfícies de concretagem, o testemunho de fundo, obtido por extração vertical, é quem apresentou médias de GS inferiores em relação às demais superfícies e o testemunho de centro, obtido por extração horizontal, foi que permaneceu com as maiores médias;
- Tratando-se de diferentes micro-ambientes, o testemunho com a face exposta voltada para baixo apresentou em todas as estações sazonais, médias de GS inferiores em relação aos demais testemunhos inseridos em ambiente externo; o testemunho inserido em laboratório também mostrou médias de GS inferior às demais.

A comparação entre as médias do GS mostrou, portanto, uma certa constância no comportamento deste parâmetro, apresentando pequenas variações em determinados casos, que devem ser melhor investigadas com a continuidade desta pesquisa.

## 6. REFERÊNCIAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto* – Procedimento: NBR 7680, 1983.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Argamassas e concretos endurecidos - Determinação da absorção de água por imersão - Índice de vazios e massa específica* – Método de ensaio: NBR 9778, 1987.
3. GUIMARÃES, A.T.C. *Vida Útil de Estruturas de Concreto Armado em Ambientes Marítimos*. São Paulo, 2000. 241 p. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica da universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, PCC / USP – Universidade de São Paulo.
4. SOUZA, K. N. *Estudo Experimental e Probabilístico da Vida Útil de Estruturas de Concreto Armado Situadas em Ambiente Marítimo: Influência do Grau de Saturação do Concreto Sobre a Difusividade de Cloretos*. Rio Grande, 2005. 172 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica), Fundação Universidade Federal do Rio Grande, FURG.