

O CCR é Suficiente? Ou Vamos Utilizar o Solo-Cimento como Elemento Estrutural na Construção de Barragens?

Francisco Rodrigues Andriolo

Engenheiro Civil

Andriolo Ito Engenharia Ltda

Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13561-235- São Carlos- SP- Brasil

Tel: ++55 16 3307 6078 Fax: ++55 16 3307 5835

www.andriolo.com.br fandrio@attglobal.net



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Introdução

 **O Qual é o Que?**

Nas Figuras abaixo, são mostrados 5 materiais compostos por cimentos.

Pede-se aos Participantes para identificá-los!



Material A



Material B



Material C



Material D



Material E

Desde a leitura das publicações do Prof. Raphael, associada às primeiras aplicações do CCR no Brasil este Autor sempre buscou incentivar o entendimento e pesquisar o uso do Solo-Cimento como um elemento estrutural para o corpo de Barragens.

No início dos anos 80 o interesse da **CESP** na busca de soluções para a proteção e taludes em barragens no Pontal do Paranapanema, fez oportuno visitar Projetos nos Estados Unidos, onde se utilizara o Solo-Cimento para a proteção de Taludes, o que evidenciou o potencial desse material como uma alternativa estrutural. À época o CCR, no Brasil, passava por contrariedades e ainda não havia se estabelecido como prática de construção de Barragens.

As aplicações realizadas nas Obras da **CESP**, bem como, logo após, no Dique do Moju na Hidrelétrica de **Tucuruí**, pela **ELETRONORTE** evidenciaram propriedades resistentes, mas que, infelizmente, à época, foram caracterizadas apenas à idades até 28 dias.



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

No início dos anos 90, já no período, em que as Barragens de CCR no Brasil emergiam, este Autor sugeriu à **CESP** estabelecer um programa preliminar de pesquisas visualizando o Solo-Cimento como material de potencial estrutural para a construção de barragens, e cuja fase inicial revelou resultados espetacularmente promissores para a finalidade, à idades de avaliações desde 28 até 1 ano. Estudos mais recentes atestam a qualidade desse material para essa alternativa estrutural

Os Japoneses, recentemente adotaram o “**C-S-G: Cemented Soil and Gravel**”, e que tem sido aplicado desde 1991 em ensecadeiras, como a da barragem de Nagashima (com cerca de 30m de altura) com uma seção de 0,6:1,0 (montante) e 0,7:1,0 (jusante), com um teor de cimento de 60kg/m³.

Passado a fase das contrariedades e o estabelecimento da maioria das barragens de CCR no Brasil, que se consolidou como um co- líder nesse tipo de construção, tem-se sugerido à Entidades Governamentais, e até à Entidade Representativa dos Fabricantes de Cimento no Brasil que se estabeleça alternativas para o emprego desse material com características estruturais para Barragem. A imensidão territorial do Brasil, suas diversidades e adversidades, que também se observa em outros Países, são oportunidades

potenciais para essa adoção

Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



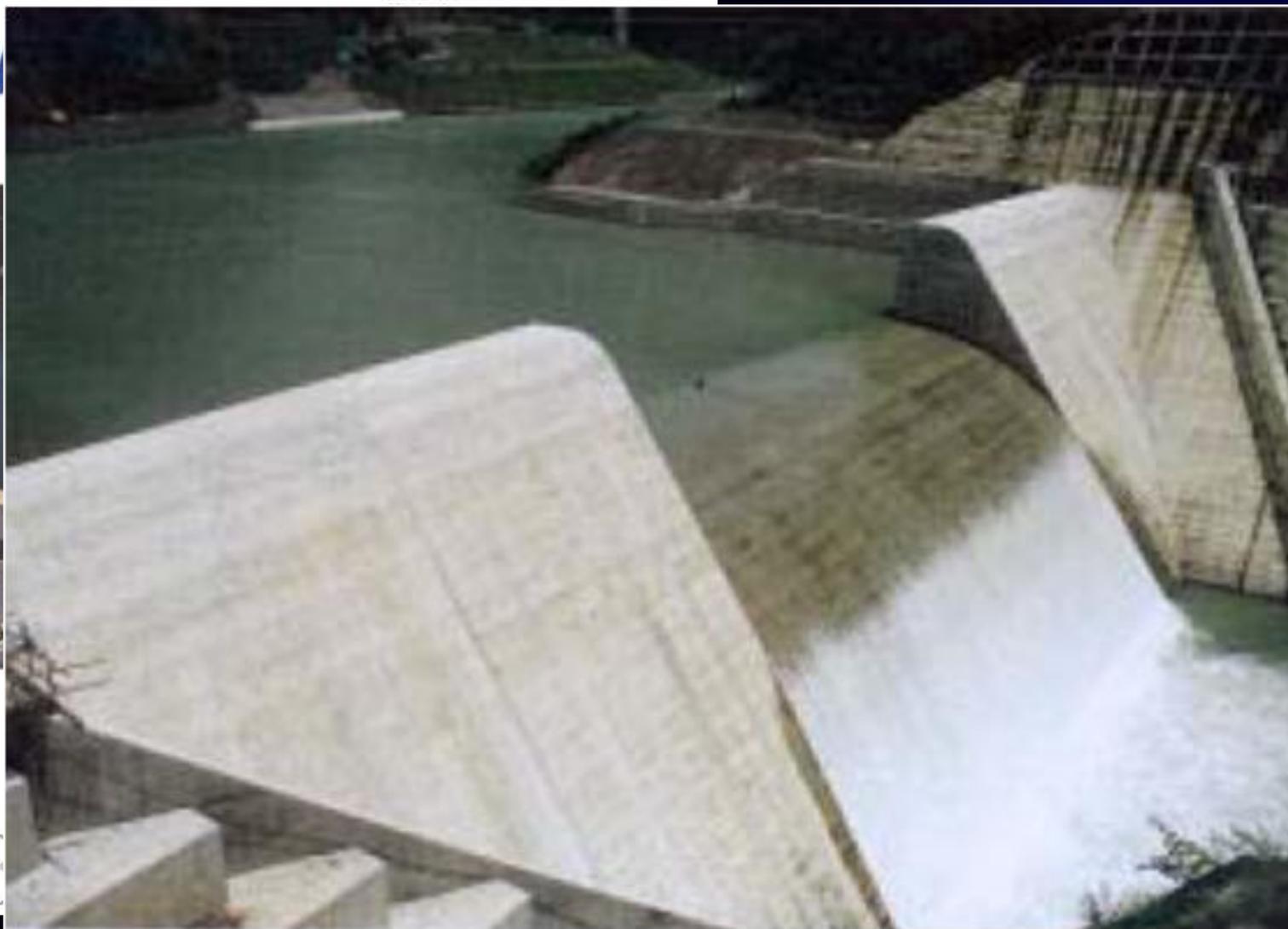
Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

DA



between the lifts, and so on.

On the other hand, Japan is now developing trapezoidal CSG (CSG is the abbreviation of Cemented

The first dam constructed using modern technology was the 33 m high Numobiki Gohomatsu Masoury Dam built in 1900. And the 79 m high Konaki Dam

Brasileiro do Concreto
ium

Aspectos Referentes à Necessidade

Premissa I-

Não há **SOLUÇÃO ÚNICA** para todas as Barragens! Cada local, cada tipo de material disponível implica em ajustes! **De Engenhosidade!**

Não existe “um único” tipo de Barragem para um local!;

Há um tipo e arranjo, que se adapta ao local de um barramento- aproveitamento, que “melhor” se enquadra às condições de:

Momento (Custos praticados à época);

Cronologia;

Condições Topográficas – Geológicas - Hidrológicas;

Disponibilidade de Materiais;

Segurança;

Conhecimento (das várias partes envolvidas)

Há, então, um tipo de barramento que convém àquela obra, àquela época.

O importante é que se disponibilizem soluções econômicas- seguras- rápidas- vantajosas aos interesses do País e da Sociedade!

Não se deve, antecipadamente, eliminar uma eventual solução por questões individuais, ou de âmbito restrito-confinado, e muito menos por paixão ou vaidade!.



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Premissa II-

No Brasil a média da altura de todas as barragens construídas (hidrelétricas, Obras de Abastecimento, Contra enchentes, etc...) é inferior a 50m (diga-se 70m para estar acima da média das Barragens de CCR que é de cerca de 60m)

Altura da Barragem (m)	Talude Montante	Talude Jusante	Tensão efetiva-CCN ^(a) (MPa)	Tensão efetiva CCE ^(b) (MPa)	Coefficiente de Segurança	Resistência Característica (f_{ck})- (MPa)	Reistência Média a ser obtida (f_{ci}) ^(c) - (MPa)	Idade de obtenção (dias) dos valores mínimos	Consumo estimado de aglomerante (kg/m^3) ^(d)
		0,65	2,1	2,5		6,3	7,6		61
	0,10	0,70	1,8	2,2		5,4	6,5		52
70		0,75	1,6	1,8	3,0	4,8	5,8	180	46
		0,65	2,4			7,2	8,7		70
	Vertical	0,70	2,0			6,0	7,3		59
Notas:		0,75	1,8			5,4	6,5		52

(a)– Condição de Carregamento Normal- Peso Próprio + Empuxos

(b)– Condição de Carregamento Excepcional- CCN+ Sismo (0,05g)

(c)– Considerando um Coeficiente de Variação de 20% e Quantil de 1 em 5 valores podendo se situar abaixo do f_{ck}

(d)– Rendimento (MPa)/ (kg/m³) de 0,125 à idade de 180 dias



Andriolo Ito Engenharia Ltda
 Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
 13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
 Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
 e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
 CBC2008 - RCC Symposium
 Setembro / 2008

ISBN
 © 2008 - IBRACON



IBRACON

Para as Barragens de Concreto (CCR ou CVC Massa) há uma necessidade de um Teor de Aglomerante da ordem de 60 kg/m³.

Ao se considerar efeitos Sísmicos (alem de **0,05g** que é adotado nos Códigos Brasileiros) em outros Países essa Tensão Requerida pode variar um pouco mais, ou a Geometria da Seção Transversal pode ser ajustada convenientemente.



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Premissa III

Pode-se considerar como sendo o conjunto de:

- Contrutibilidade;
- Rapidez;
- Simplicidade;
- Segurança;
- Qualidade - Durabilidade;
- Custos

Premissas IV

Minoração à interveniência Ambiental

Disponibilidades

A tradicional disponibilidade dos materiais para a construção de Barragens visualizada pelos Romanos e Árabes levou às Rochas e aos Solos.

O advento do cimento como material fabricado, sem se ater aos aspectos das construções Cal - Pozolana antigas, introduziu o Concreto.

As Metodologias e Engenhosidades levaram as mais diversas associações para as construções de Barragens.

O Solo-Cimento, devidamente estudado, conhecido e dominado, pode ser uma nova alternativa no cenário.



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Conhecimento

É vasta a disponibilidade de informações sobre Solo-Cimento, e as facilidades atuais da Mídia, tornam fácil a aquisição do conhecimento sobre o assunto, muito mais do que se vivenciou nos anos 70-80!

Referências

- 👍 Entidades;
- 👍 Resistências às idades de 7 e 28 dias;
- 👍 Pouca informação referente às propriedades elásticas, e quanto às térmicas praticamente nenhuma, o mesmo sucedendo com poucos resultados de permeabilidade;
- 👍 Há dados quanto à erodibilidade e condições de **“posto em serviço”**.

Conhecimento Laboratorial

Dos estudos Laboratoriais tomar-se-á como base as pesquisa efetuadas pelo **Laboratório da CESP**, em Ilha Solteira, pelo fato de que foram feitas avaliações até a idade de 365 dias e cujos resultados e citações são transcritas para este texto:

RESEARCH PROGRAM

The research program being developed at CESP's Civil Engineering Laboratory in Ilha Solteira-São Paulo-Brazil, tries to evaluate properties and behavior of soil and cement , soil and lime and soil, lime and pozzolanic material mixes so that these mixes can be used as alternative materials for dam construction replacing conventional concrete, rockfill and soil dams.



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Three very different basic soil types were selected, namely:

SOIL TYPE			A	B	C
CLASSIFICATION NBR			A - 2 - 4	A - 4	A - 7 - 6
CLASSIFICATION IG			0	4	15
pH			4,99	4,96	5,86
LL - %			23	26	48
LP - %			13	16	27
IP - %			10	10	21
ABSOLUTE SPECIFIC GRAVITY - g/cm ³			2,73	2,74	2,85
% RETAINED	2,0 to 0,42 mm	MEDIUM SAND	10	2	4
ON	0,42 to 0,05 mm	FINE SAND	60	55	36
SEPARATE	0,05 to 0,005 mm	SILT	4	12	8
SIZES	< 0,005 mm	CLAY	26	31	52
OPTIMUM MOISTURE - %			10,5	12,8	20,5
MAXIMUM DRY DENSITY - g/cm ³			2,008	1,914	1,697

MATERIAL			CEMENT	FLY ASH	LIME
% RETAINED ON SIEVE # 325			14	57,5	
FINENESS SPECIFIC SURFACE - BLAINE - cm ² /g			3154	2466	
AVERAGED DIAMETER - micron				11,6	
APPARENT SPECIFIC GRAVITY - g/cm ³			1,12		
ABSOLUT SPECIFIC GRAVITY - g/cm ³			3,15		
REACTIVITY WITH ALKALIES	REDUCTION OF EXPANSION - %			63,3	
POZZOLANIC ACTIVITY INDEX	MORTAR EXPANSION - %			0,053	
	WATER REQUIREMENT - %			106,3	
	WITH CEMENT - %			69,6	
	WITH LIME - MPa			3,5	3,5
WATER FOR FLOW	CONSISTENCY	grams	130		
		%	25,9		
DRYING SHRINKAGE - %				-0,016	
TIME OF SETTING h:m			02:19		
AUTOCLAVE EXPANSION - %			0,054		
COMPRESSIVE STRENGTH CYLINDERS	3 DAYS	MPa	22		
	7 DAYS	MPa	28,8		
	28 DAYS	MPa	34,5		
	90 DAYS	MPa	35,6		
HEAT OF HYDRATION	7 DAYS		89		
	28 DAYS		93		
	MOISTURE - %			0,03	
	LOSS ON IGNITION		3,54	0,071	28,61
CHEMICAL ANALYSIS	INSOLUBLE RESIDUE		0,33		1,7
	SiO ₂		19,85	56,36	
	Fe ₂ O ₃		3,57	6,08	
	Al ₂ O ₃		5,07	30,54	
%	CaO		63,68	1,58	57,29
	Mg		1,42	0,26	11,61
	SO ₃		1,81	0,34	0,08
	Na ₂ O		0,1		
	K ₂ O		0,92		
	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃			36,62	0,62
	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ +SiO ₂			92,98	
	ALKALIES Eq.		0,71	0,55	
	FREE LIME AS CaO		1,12		
	C ₃ S		56,23		
	C ₂ S		15,12		
	C ₃ A		9,21		
	C ₄ AF		8,96		

PROPORTIONING MIX	CONTENT %					BINDER CONTENT - Kg/m3				
SOIL+ CEMENT	2	4	6	8	10	32,3	64,2	94,7	125,8	155,8
SOIL + LIME	2	4	6	8	10	31,1	51,1	88,7	116	140,4
SOIL + LIME + FA	2 + 10	4 + 10	6 + 10	8 + 10	10 + 10	29 + 147	56 + 145	84 + 140	109 + 137	133 + 133
SOIL + LIME + FA	2 + 15	4 + 15	6 + 15	8 + 15	10 + 15	28 + 213	56 + 210	82 + 205	107 + 202	131 + 196
SOIL + LIME + FA	2 + 20	4 + 20	6 + 20	8 + 20	10 + 20	28 + 280	55 + 277	80 + 266	104 + 260	127 + 254

BINDER	CONTENT	SOIL	A	SOIL	B	SOIL	C
	%	MAXIMUM DRY	OPTIMUM	MAXIMUM DRY	OPTIMUM	MAXIMUM DRY	OPTIMUM
		DENSITY-g/cm3	MOISTURE - %	DENSITY-g/cm3	MOISTURE - %	DENSITY-g/cm3	MOISTURE - %
CEMENT	2	1,986	10,7	1,852	13,1	1,68	20,6
	4	1,993	10,4	1,861	13	1,693	20,6
	6	1,99	10,6	1,864	12,9	1,698	19,7
	8	1,996	10,2	1,865	13,2	1,705	20,3
	10	2,008	10,2	1,868	12,5	1,717	19,7
LIME	2	1,94	11,5	1,824	12,7	1,68	20,7
	4	1,918	11,6	1,81	13,5	1,66	20,9
	6	1,914	11,7	1,811	13,9	1,65	21,1
	8	1,916	11,8	1,809	13,8	1,647	21
	10	1,886	12	1,789	14	1,644	21,5
LIME+10% FLY ASH	2	1,867	11,9	1,772	13,7	1,65	20,5
	4	1,865	11,9	1,768	13,7	1,655	20,8
	6	1,843	12,1	1,763	14,4	1,62	21,4
	8	1,84	12,6	1,747	14,4	1,634	20,8
	10	1,816	12,4	1,747	14,6	1,624	21,2
LIME+15% FLY ASH	2	1,822	12,4	1,744	14	1,634	20,3
	4	1,837	12,6	1,732	14,9	1,628	20,4
	6	1,821	12,7	1,73	14,7	1,621	20,7
	8	1,815	12,5	1,733	14,9	1,614	20,9
	10	1,798	12,6	1,718	15,2	1,613	21
LIME+20% FLY ASH	2	1,818	12,7	1,723	14,5	1,622	20,4
	4	1,804	12	1,714	14,4	1,611	20,8
	6	1,793	13,1	1,693	14,9	1,608	20,8
	8	1,787	13,3	1,697	15,5	1,604	21
	10	1,764	13	1,694	14,4	1,589	21,6



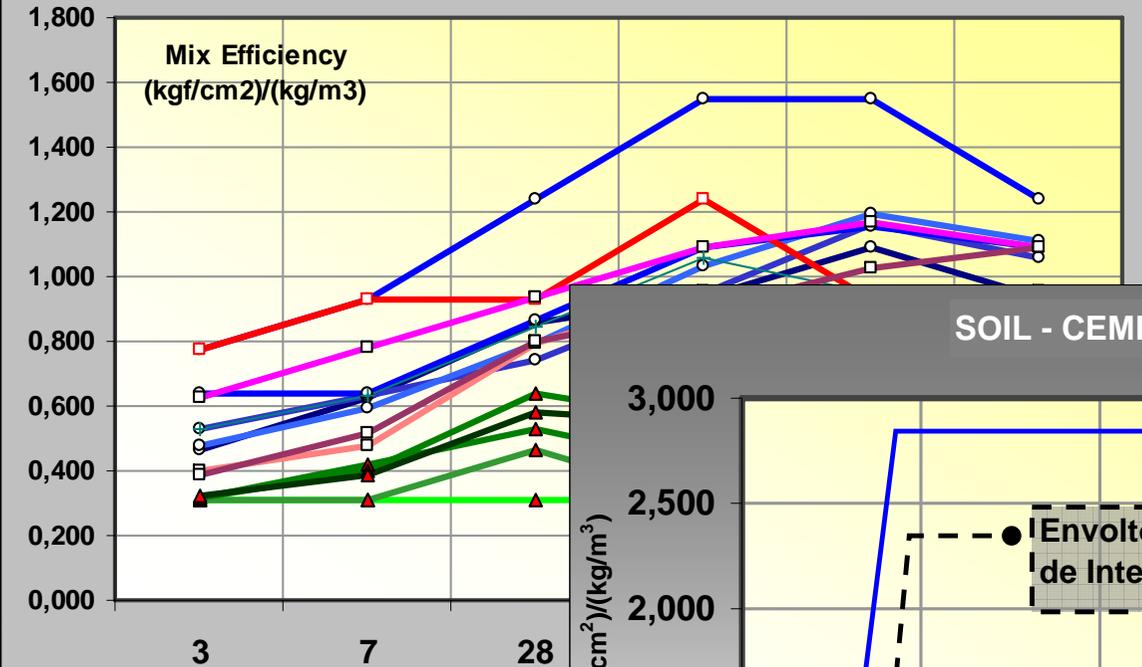
Andriolo Ito Engenharia Ltda
 Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
 13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
 Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
 e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



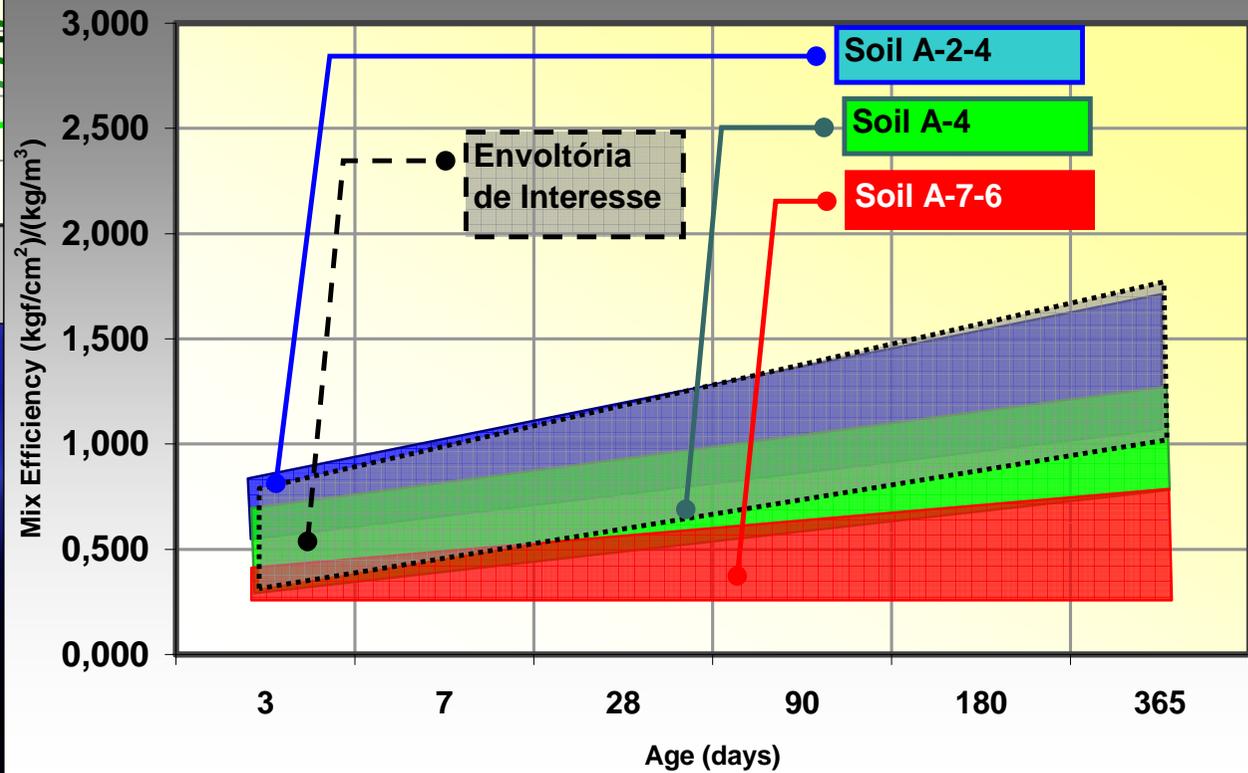
Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
 CBC2008 - RCC Symposium
 Setembro / 2008
 ISBN
 © 2008 - IBRACON



Soil - Cement - Mix Efficiency



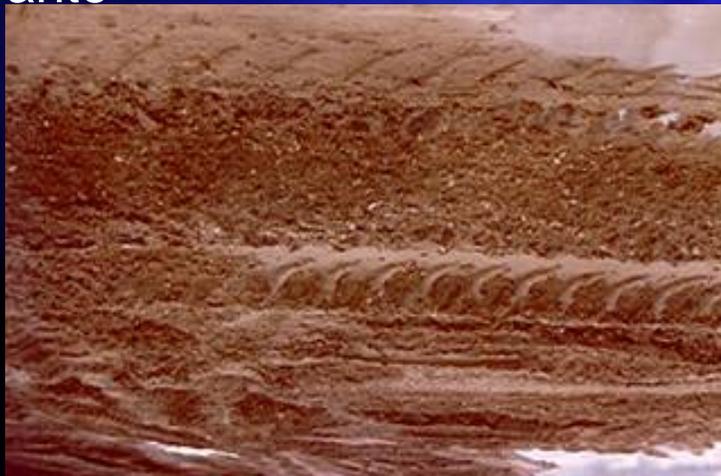
SOIL - CEMENT- Mix Efficiency



Aplicações no Brasil

A ocorrência de Solos Arenosos e Aluviões com Areia e Cascalhos bem como Cascalhos de Terraço é relevante no Território Brasileiro, bem como em regiões de outros Países.

Essa disponibilidade de material permite o desenvolvimento de dosagens de **Solos** (preferencialmente Arenosos, e muito mais de Aluviões) – **Cimento** para a estruturação de corpos de barragens. A disponibilidade de Solos Arenosos no Nordeste e ao redor das Bacia do Paraná, Tocantins, São Francisco, é relevante



Aspectos do Material Arenoso de potencial uso para Solo-Cimento - 1982

Aplicações Con

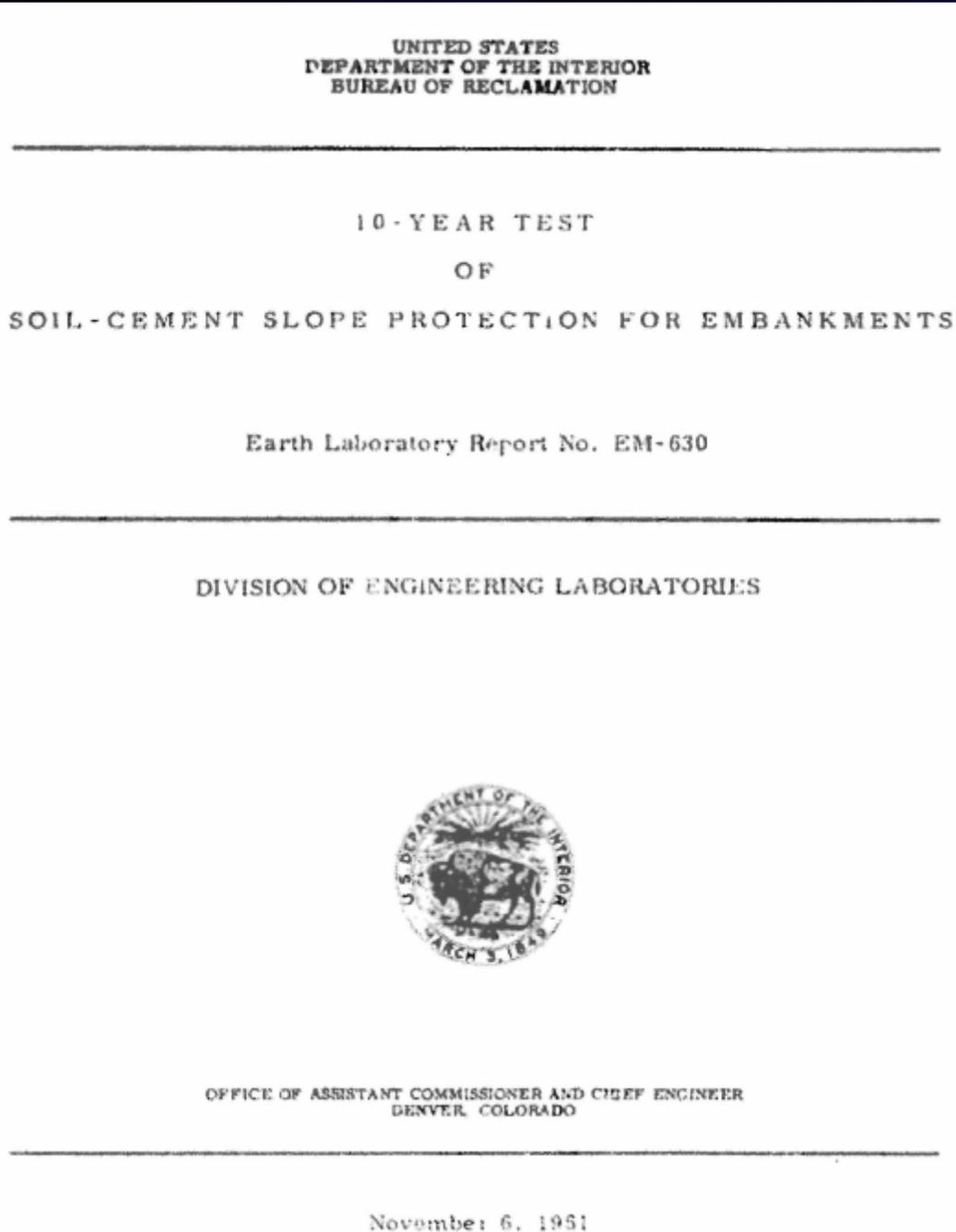
As Referências de 1975, a saber

Proteções de Ta

Com base em e resistente a eros protótipo para a oeste do Colora aplicabilidade do como alternativa 1961, mais de Estados Unidos

Revestimentos

O Solo-Cimento Canais, devido redor de 10^{-9} m/Volante e Cal.



uplicaram a partir

a boa capacidade viu, em 1951, um io de **Bonny**, no convenceu-se da o **Solo- Cimento** aludes. E, desde executadas nos

revestimento de permeabilidade ao sados com Cinza



Aspectos
Martin- Flór



Ponteiro 39°36'58.34" N 102°11'11.15" O elev 3671 pés

© 2008 Tele Atlas
Fluxo 100%

© 2007 Google™
Altitude do ponto de visão 20591 pés

04.04.2008

04.04.2008



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Estabilização de Fundações

O Solo- Cimento tem sido usado em seções maciças para aumentar a resistência e uniformizar a capacidade resistente de fundações para grandes estruturas, como bases de Reatores de Usinas Nucleares (**Koeberg** - África do Sul), e em Barragens (**Cochiti** - Novo México; **Richland Creek**-Texas)

Aqui cabe uma pergunta do Autor:

Se é usado para suportar Reatores e Barragens, qual a razão para não ser utilizado na própria barragem?

Ou, apenas, é a justificativa do desconhecimento!

Viabilidade Técnica

O conhecimento técnico disponível baseia-se (com raríssimas exceções) fundamentalmente, nos estudos de propriedades para Pavimentos e para as Proteções de Taludes, com visão de obtenção de resultados basicamente à idade de até 28 dias.



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Materiais

Solos - Agregados

Solos contendo de 5% a 35% de finos menores que 0,075mm, de pouca plasticidade, produzem as misturas de Solo Cimento mais econômicas. Solos “cascalhosos”, são ainda mais econômicos. Solos mais finos requerem um maior teor de cimento. As graduações granulométricas podem ser menos restritivas que as usuais para concretos

Cimento

O uso de Solo-Cimento tem se caracterizado, até o momento, por empregar, na quase sua totalidade, Cimentos do Tipo Comum ou de Moderado Calor de Hidratação, visto que os usos têm sido para atender requisitos à idades de 7 ou 28 dias.



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Materiais Pozolânicos

Os Materiais Pozolânicos são pouco usados nos Solos- Cimentos. Os estudos da **CESP**, a longo prazo, mostram vantagens no desenvolvimento das propriedades com o uso de material pozolânico.

Aditivos

Os aditivos químicos, nas aplicações tradicionais que fazem parte do Estado da Arte do Solo-Cimento, praticamente não foram utilizados.

Água

A água é necessária para a mistura dos Solos- Cimentos, sendo que os Solos mais arenosos requerem de 7% a 10% da massa do solo (145kg/m³ a 220kg/m³), e os mais argilosos podem chegar de 10% a 13% (180kg/m³ a 260kg/m³)

Dosagem

Gerais

Os requisitos gerais para um solo-cimento, nas aplicações usuais, levam a uma mistura que corresponda à resistência e a durabilidade (esta medida através dos ciclos gelo-degelo), e nos casos de aplicações em obras hidráulicas a permeabilidade.

Para as aplicações aqui sugeridas a dosagem deve considerar além das resistências (compressão, tração e cisalhamento) e a permeabilidade, a minoração da geração de calor, a estabilidade volumétrica, as propriedades elásticas (Módulo e Fluência) e térmicas.

Rotina para Dosagens

Vários critérios têm sido usados para as dosagens do Solo-Cimento, sendo que o mesmo conceito adotado para o CCR é aplicável ao Solo-Cimento, mesmo porque há muita semelhança.



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Considerações Especiais

Matéria orgânica- pode alterar o pH da mistura e causar efeitos danosos, o que requer atenção especial e controle.

A estabilidade volumétrica e a sanidade podem ser afetadas pela ação dos sulfatos. Solos mais argilosos, que requerem maior teor de cimento, que os arenosos, podem ser mais rapidamente afetados por essa ação. O uso de material pozolânico nos concretos se mostra como medida mitigadora dessa ação.

Os solos mais arenosos e/ou “cascalhosos” dependendo da constituição mineralógica poderão estabelecer Reações com os Álcalis do Cimento, com expansões subseqüentes.

Esses aspectos fazem ver a necessidade de conhecimento dos materiais a serem utilizados



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Características - Propriedades

Gen

As p

☞ Ti

Pozo

☞ U

☞ M

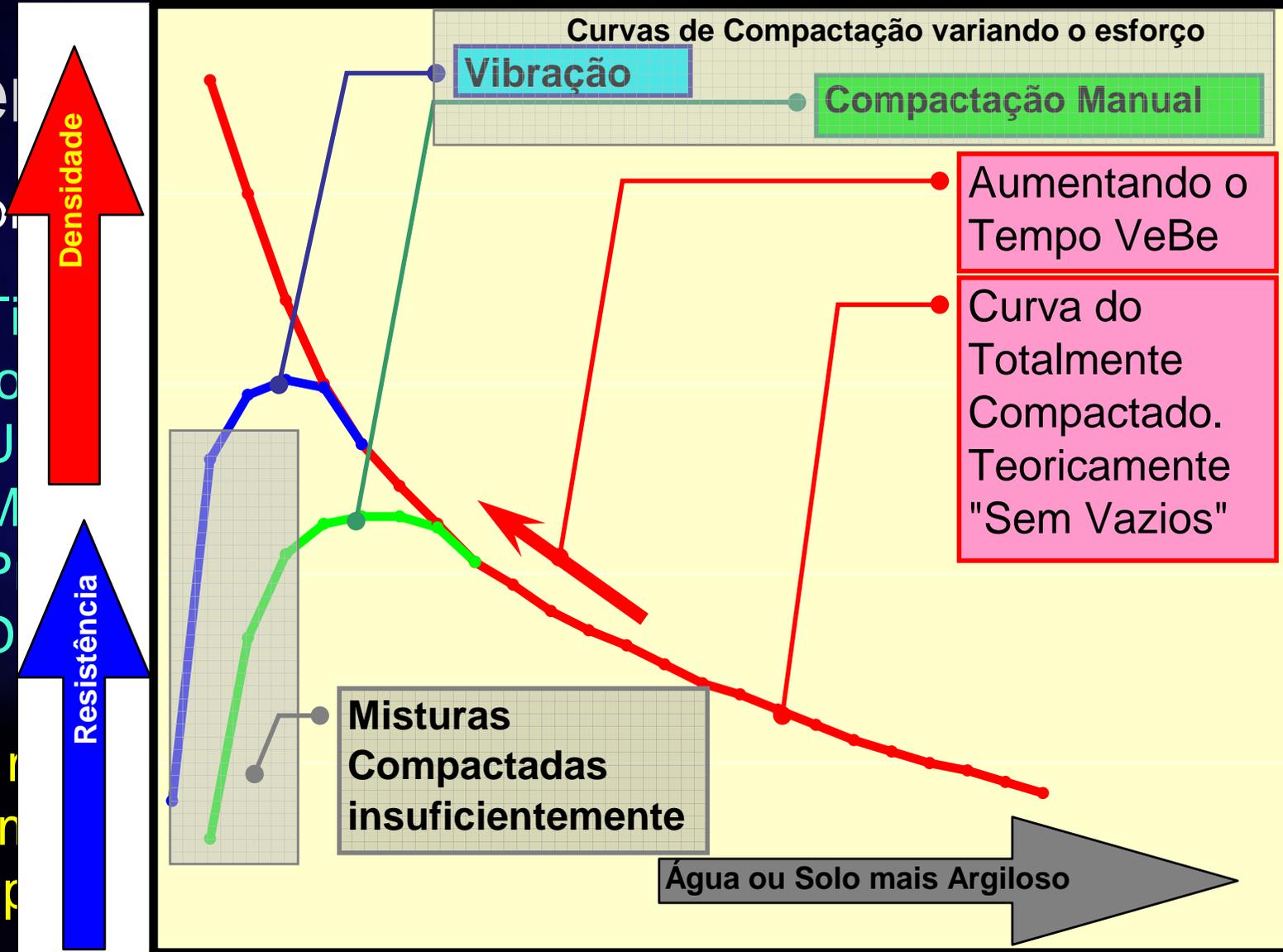
☞ P

☞ D

Um

assin

comp



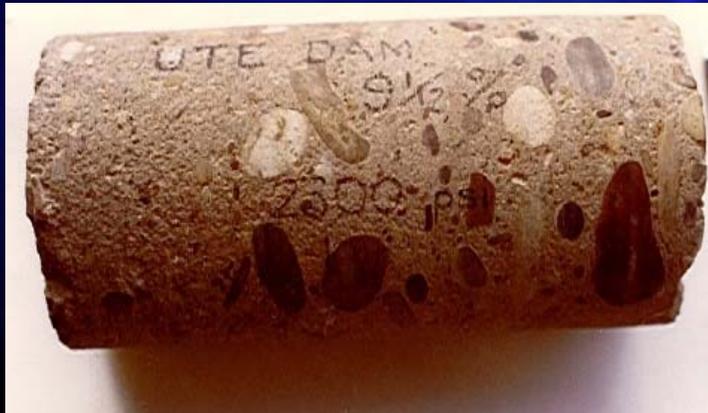
terial

ento,

evida

Parâmetros e Cuidados

É evidente que o conhecimento das propriedades a longo prazo, proporciona vantagens adicionais que podem calibrar, ainda mais, a otimização do uso do material com implicações técnicas e econômicas favoráveis. Há, então, a conveniência, e necessidade, de um empenho na realização de ensaios que possam a vir aumentar esses conhecimentos e conseqüentemente o domínio seguro para conquistas econômicas



Testemunhos extraídos em 1961, do Solo Cimento (consumo de 10% de Cimento Comum) utilizado na **Barragem de Bonny- Colorado**, indicando uma resistência de 17,6MPa, vários anos após a construção

Propriedade	Desempenho Comparativamente ao CCR e ao CVC Massa	Cuidados & Eventuais Ações
Massa Específica ^(a)	<p>Valores entre 1,85 e 2,35 t/m³</p> <p>Esses valores se mostram inferiores cerca de 10 a 20% aos dos concretos CVC e CCR. É afetada pelo teor de água na mistura. A Massa específica obtida decorre do tipo de Solo utilizado. Solos mais Arenosos levam a valores mais elevados (mais próximos de 2,2), e os Argilosos a valores menores. Quanto maior a densidade maior a resistência.</p> <p>Não varia com a idade</p>	<p>A Analise de Estabilidade deverá contemplar esses valores para o estabelecimentos da Base (B) da Barragem e os Taludes de Montante e Jusante. Isso pode significar na necessidade de aumento do volume total da Barragem, praticamente nas mesmas proporções da redução da massa específica.</p> <p>Quanto maior o tempo entre a mistura e a compactação, menor a densidade e a resistência</p>
Trabalhabilidade e Consistência ^(a)	Análoga ao do CCR. Maior teor de água, menor o VeBe.	Pouco Relevante

Propriedade	Desempenho Comparativamente ao CCR e ao CVC Massa	Cuidados & Eventuais Ações
Tempos de Pega ^(b)	Comandados pelo teor de Aglomerante, terá comportamento semelhante ao dos concretos	Relevante para as atividades do manuseio do material, antes da compactação
Absorção ^(b)	Valores entre 4 e 8%. Afetada pela compactidade	Pouco relevante
Resistência à Compressão ^(a)	A medida que o teor arenoso aumenta, os rendimentos ^(c) aumentam, aproximando dos valores de CCR e CCV. Comportamento análogo quanto à evolução da propriedade ao longo o tempo. A medida que a o teor de Aglomerante aumenta, há aumento da Resistência. O aumento do teor de água, implica na redução da resistência. A Resistência aumenta com a idade. Há informações de que Solo (Argiloso)-Cimento (Comum)- apresentou 20% de Evolução ao longo de 30 anos [18]	Ou seja o uso de materiais mais arenosos, a presença de seixos, e uso de materiais pozolânicos, possibilita a minimizar o teor de aglomerante

Propriedade	Desempenho Comparativamente ao CCR e ao CVC Massa	Cuidados & Eventuais Ações
Resistência à Tração ^(a)	Comportamento análogo ao dos concretos	Idem à compressão. De maneira análoga ao da Metodologia do CCR, as preocupações quanto ao Tratamento das Juntas de Construção requerem providências para garantir os valores requeridos
Resistência ao Cisalhamento ^(b)	A Coesão é diretamente proporcional ao teor de aglomerante e o Coeficiente de Atrito está relacionado a influência dos Grãos	Idem à Tração
Módulo de Elasticidade ^(a)	De maneira análoga ao da Resistência à Compressão o Módulo de Elasticidade se mostra com valores mais próximos aos do CCR, à medida que o Solo seja mais Arenoso e com Seixos Rolados. Solos do lado Argiloso apresentam valores menores de Módulos. O Módulo de Elasticidade aumenta com a idade, de modo assintótico	As deformações do maciço de Solo-Cimento devem ser verificadas, o que pode levar a se adotar Juntas de Contração a espaçamentos menores que as dos Maciços de CCR

Propriedade	Desempenho Comparativamente ao CCR e ao CVC Massa	Cuidados & Eventuais Ações
Fluência ^(b)	Tendo em vista o comportamento do Módulo induz-se que a Fluência seja maior. A Fluência diminui com a idade	Idem ao Módulo. Deve-se ter uma atenção para minimizar a ocorrência de Fissuras devido ao assentamento
Capacidade de Alongamento ^(b)	O maior teor de grãos menores que os agregados graúdos, induz que a Capacidade de Alongamento seja mais elevada que a dos Concretos	
Deformações Autógenas ^(b)	Dependem do Teor de Aglomerante e do Teor de Água. Devido ao maior teor de água nos Solos-Cimentos que os dos concretos, há uma maior Retração por Secagem	Os procedimentos de Cura e Proteção devem ser exigidos com maior atenção

Propriedade	Desempenho Comparativamente ao CCR e ao CVC Massa	Cuidados & Eventuais Ações
Coeficiente de Expansão Térmica ^(b)	Dependem das características mineralógicas do inerte (solos) e do teor de aglomerante. Além disso a medida que aumenta o tamanho máximo dos grãos das misturas há uma diminuição da pasta e por conseguinte do Coeficiente de Expansão Térmica	Relevante para a avaliação e entendimento do comportamento térmico da estrutura
Calor Específico ^(b)	Pouca influência dos componentes	Pouco Relevante
Condutividade ^(b)	Idem ao comportamento do Coeficiente de Expansão Térmica	Relevante para a avaliação e entendimento do comportamento térmico da estrutura
Difusividade ^(b)	Idem ao comportamento da Condutividade	Relevante para a avaliação e entendimento do comportamento térmico da estrutura

Propriedade	Desempenho Comparativamente ao CCR e ao CVC Massa	Cuidados & Eventuais Ações
Elevação Adiabática de Temperatura ^(b)	Afetada diretamente pela quantidade de aglomerante.	Preocupações análogas aos dos concretos massivos.
Permeabilidade (a)	Maior a quantidade de Finos, menor a Permeabilidade. Há a preocupação pelo fato de se ter uma permeabilidade maior na direção do plano das Juntas de Construção	A permeabilidade do material é baixa, mas o processo construtivo em camadas leva a necessidade do estabelecimento análogo às construções de CCR
Sanidade aos Sulfatos e aos Álcalis	Há a necessidade de avaliação específica para cada solo disponível e o correspondente cimento utilizado	Pode requerer o uso de material inibidor, tipo material pozolânico

Notas

(a): Propriedades Ensaçadas e conhecidas

(b) Propriedades ainda não ensaiadas e inferidas a partir de [19], e que merecem avaliação para projeto;

(c) Por Rendimento deve ser entendido o quociente da Resistência pelo consumo de aglomerante (MPa/(kg/m³) ou (kgf/cm²/kg/m³)



Andriolo Ito Engenharia Ltda
 Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
 13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
 Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
 e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
 CBC2008 - RCC Symposium
 Setembro / 2008
 ISBN
 © 2008 - IBRACON





Aspecto de Fissura em Solo Cimento da Proteção de Taludes na Barragem de Martin[07]

Recomendações, Sugestões e Comentários

De mesmo modo que o Autor sugeriu em 1985 para as Barragens em CCR toma-se a liberdade de sugerir, com bases técnicas, o que se segue, para uso do Solo-Cimento, que poder-se-á simplificar-se para “**SandCrete**”; “**SoloCrete**”!

Concepção- Projeto

Decorrente do quadro de Características e Cuidados pode-se apresentar as seguintes Sugestões-Recomendações, que deverão ser otimizadas à medida que o conhecimento se amplie e a confiança se estabeleça.



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Face de Montante :
Estanque e Durável

Argamassa de Berço : Se necessário com base na Análise de Tensões

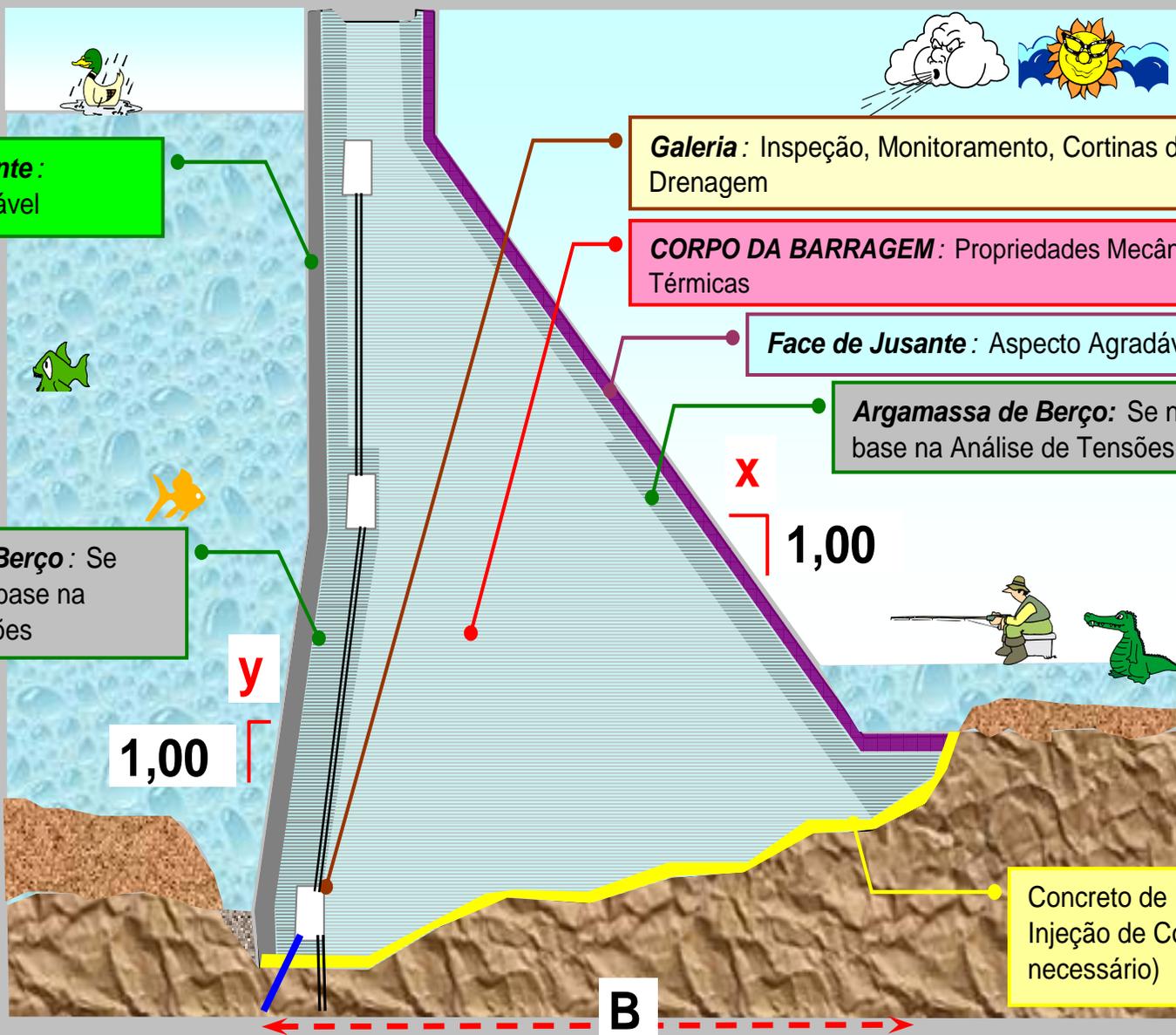
Galeria : Inspeção, Monitoramento, Cortinas de Injeção e Drenagem

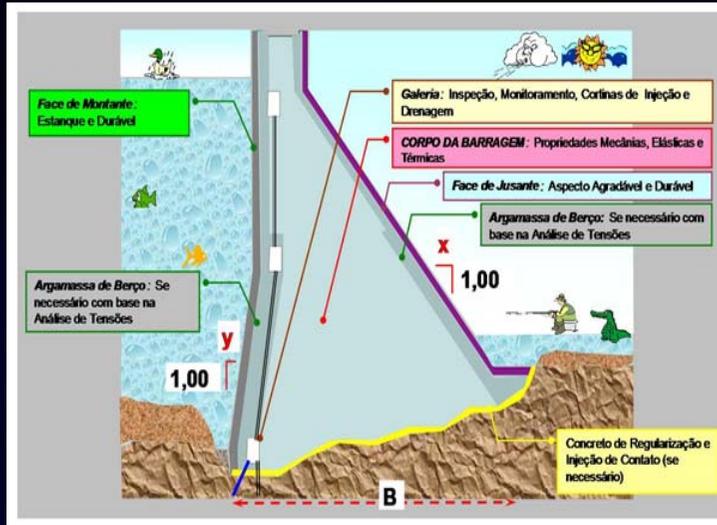
CORPO DA BARRAGEM : Propriedades Mecânicas, Elásticas e Térmicas

Face de Jusante : Aspecto Agradável e Durável

Argamassa de Berço : Se necessário com base na Análise de Tensões

Concreto de Regularização e Injeção de Contato (se necessário)



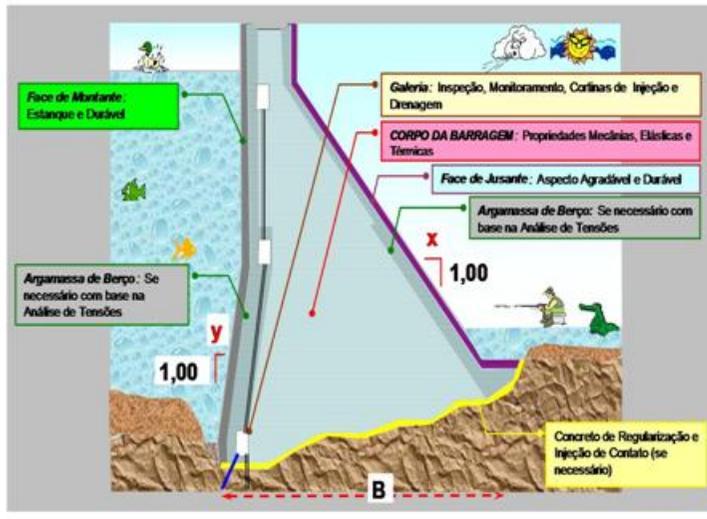


Dimensão da Base (B) e Inclinações dos Taludes (x e y)

- Capacidade Geomecânica de suporte da Fundação;
- Densidade e Resistências;
- As inclinações “x” e “y” decorrem de B, para com a Altura do Barramento;
- Em regiões sísmicas, busca-se a otimização das inclinações “x” e “y” dos taludes, para com “B”, de tal sorte a minimizar as tensões decorrentes das ações dinâmicas

Face de Montante

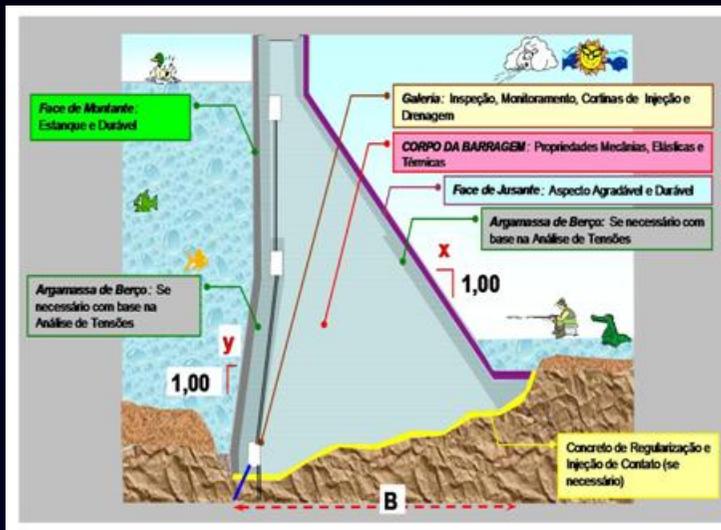
Conceitualmente a Face de Montante, deve ter características para ser Estanque, com Baixa Permeabilidade, e minimizando a fissuração, conseqüentemente Durável, e associada à zona de montante suportar os esforços previstos



De modo geral, com base nos usuais Tipos de Faces pode-se resumir as seguintes opções:

- a) **Concreto Convencional (CVC)**
- b) **Placas pré-moldadas de concreto com Membrana de PVC**, incorporada ao próprio pré-moldado, e adicionalmente uma camada de CVC de espessura menor à sugerida em a),;
- c) **Camadas de Solo-Cimento moldadas diretamente contra Formas**, e a adoção de um sistema de impermeabilização posterior.

Na opção c) deve-se evitar a aplicação de uma Laje de CVC moldada contra o Solo-Cimento, porem posteriormente, devido ao estabelecimento de “Restrição” e, subseqüentemente, a potencialização de fissuras. A aplicação de membrana externa se torna, então, um complemento



Face de Jusante

Finalidade de ter um aspecto agradável e ser durável. Opções usualmente adotadas para os maciços de Concreto Compactado com Rolo (CCR).

Corpo da Barragem

Aqui é onde se pode extrair os benefícios do Solo-Cimento devido as satisfatórias capacidades Mecânicas - Elásticas e Térmicas.

Pode-se adotar um maciço de Solo-Cimento na mesma conceituação do Maciço de CCR, com os devidos ajustes recomendados precedentemente

Galerias

Galerias em barragens com mais de 10m de altura são vantajosas sob aspectos técnicos (aspectos de estabilidade)

Alem do mais a galeria tem grande importância, em Barragens, para as injeções da fundação e eventuais ações remediais

Por outro lado a incorporação de galeria no corpo da barragem é visto – construtivamente- como um condicionante de redução de produtividade. O que na maioria das vezes dentro de um Planejamento adequado, não cria essa contrariedade.

Há, então, que se analisar as vantagens e desvantagens, sem, entretanto prejudicar a Segurança, e as eventuais ações remediais.

Requerimento para o Comportamento das Juntas de Construção

Poderá haver a necessidade de garantir a monoliticidade entre as camadas de Solo-Cimento. Nessa situação a adoção de Argamassa de Berço, ou uma calda espessa, torna-se um requisito conceitual de projeto.

As flutuações conceituais quanto as vantagens de se buscar ampliar extraordinariamente o Tempo de Pega do CCR, para evitar o tratamento de Junta, o que é meramente uma divagação teórica, não se vê conveniente nestas recomendações. A extensão da zona de Montante e Jusante a receber a argamassa de berço, deve ser orientada e definida com base nas Análises de Tensões.



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



Concreto de Regularização e Injeção de Consolidação

A adoção de uma camada de CVC, como regularização é um artifício para facilitar os trabalhos iniciais de aplicação do CCR, e para os trabalhos de injeção de contato, se requerido no Projeto, o que não é muito usual no Brasil.

Controle da Temperatura de Colocação

É evidente que na busca de Simplificação há, implicitamente, a conveniência de eliminação da necessidade e refrigeração. Além disso há estudos que evidenciam a possibilidade de aplicação do CCR em camadas diárias à temperatura ambiente de até cerca de 35°C, sem uso de refrigeração

Como esse aspecto é dependente do consumo de aglomerante, por prudência, recomenda-se efetuar uma Análise Térmica a cada situação e região, e modular as Juntas de Contração à espaçamentos convenientes. Salienta-se que a adoção da Face, como descrito na opção **b)**, é um elemento simplificador nesses aspectos.



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Juntas de Contração

O espaçamento entre as Juntas de Contração decorre da Termogénia do Corpo da barragem. Entretanto tendo em vista, ainda, os poucos conhecimentos de Fluência é conveniente que os espaçamentos, inicialmente, sejam a intervalos não maiores que 15m.

O sistema de estanqueidade das Juntas de Contração pode ser o mesmo adotado para os maciços de CCR, com linha dupla de Veda Juntas com um dreno incorporado

Detalhes de Projeto e Interferência com o Método Construtivo

A necessidade de se ter no corpo da Barragem em Solo-Cimento, detalhes como Drenos, Embutidos, Poços devem ser encarados de mesmo modo que para as Barragens de CCR.



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Aspectos Construtivos

Na construção com Solo- Cimento os objetivos são análogos aos do CCR, isto é, o de obter uma mistura uniforme, adequadamente transportada e compactada, e sob cura correta para atingir as propriedades que são impostas.

Exploração de Jazida

Os depósitos naturais, com raríssimas exceções, não são uniformes, o que leva a uma análise da necessidade de ações e processamento para ter uma uniformidade, ou estabelecer sobre- dosagens para cobrir as dispersões e garantir o mínimo das propriedades requeridas.

Mesmo assim, é de se entender que essas implicações resultam em custos menores do que a exploração para se obter agregados de maneira tradicional para os concretos.



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Processamento, Homogeneização e Estocagem

Poderá ser necessário um processamento do tipo, retirada de sobre tamanhos (no caso de solos “cascalhosos”), e/ou homogeneização e/ou a secagem (no caso de solos mais argilosos).

Essas providências têm a conotação conceitual teórica com a intenção de minimizar as dispersões de tal forma a ter propriedades com pequena variação, e com isso minimizar o teor de aglomerante.

Entretanto, do ponto de vista prático e econômico deve se estabelecer uma análise de tal modo a verificar a conveniência de se ter um processamento, ou cobrir as dispersões com teor adicional de aglomerante (e suas implicações técnicas decorrentes!), de modo a cumprir com as propriedades requeridas com a devida segurança

Proporcionamento e Mistura

Para caso de aplicação de Solo – Cimento descarta-se a opção de uso de Pulverizadores “in situ”, empregado em pavimentos e algumas proteções de taludes.

No caso de uma aplicação mais concentrada, como barragens, é recomendável que o proporcionamento e mistura seja realizado em centrais que poderão ser por dosagem

- Gravimétrica, ou;
- Volumétrica.

É plenamente conhecido que as dosagens volumétricas causam maiores dispersões, nas propriedades, que as gravimétricas.

Transporte e Manuseio

O transporte, desde o sistema de produção ao local de aplicação deve ser o mais rápido possível (não mais que 30 a 40 minutos) de tal modo a minimizar a perda de umidade. E de tal maneira que o tempo de manuseio não ultrapasse o Tempo de Início de Pega (que deve ser conhecido por quem manuseia materiais compostos por cimentos!) e de preferência aquém de 90 minutos.

Não há restrição dogmática quanto ao tipo de transporte a ser adotado (caminhões, correias, moto-scrapers, etc..) desde que o sistema seja compatível com a magnitude da obra, com a Cronologia de Construção e que cumpra com os tempos recomendados acima e não introduza segregações (principalmente quando do uso de solos “cascalhosos”)

Nota: Tem sido muito observado nas construções de CCR que os Construtores têm uma pré-disposição contra essas limitações de tempos, sem considerar, entretanto, que ao cumprir com esses objetivos, estará sendo muito mais Produtivo!



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Espalhamento e Nivelamento

De mesmo modo que o CCR, o Solo-Cimento deverá ser aplicado em camadas, espalhadas, que poderá ser por tratores de lâmina frontal e/ou moto-niveladoras. A altura das camadas deverá ser compatível com o Rolo compactador para garantir, uma compactação maior que 97%. (de preferência acima de 98%)

Compactação

A compactação deverá ser terminada o mais rápido possível, e de preferência, até os tempos que não ultrapassem a Pega.

Para solos mais argilosos normalmente têm sido usado os rolos do tipo “Tamping” ou “Pé de Carneiro” e para solos do lado arenoso e “cascalhosos”, o rolo liso vibratório.

Decorrente disso é recomendável que se realize aterro experimental para a devida adequação de seus equipamentos, altura de camada, número de passadas, treinamento de equipe, para cumprir com as propriedades que venham a ser requerida.



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Tratamento da Superfície da Junta de Construção

O Tratamento de superfície das juntas de construção deve ser entendido como todos os procedimentos necessários para restabelecer o monolitismo da estrutura, devido ao lançamento em camadas

Essa é uma atividade crítica, tanto nos concretos convencionais e CCR usados em estruturas hidráulicas, para a qual as Especificações de Projeto não podem abrir mão da Qualidade e Segurança, e que na eventual utilização do Solo-Cimento para as finalidades aqui objetivadas, também devem ter imposições corretas.

Ou seja decorrente das Análises de Tensões, o corpo da barragem terá zonas onde haverá a necessidade de garantir as Tensões de Tração e Cisalhamento, e haverá zonas onde somente o Atrito se faz necessário. Disso decorre que o tipo de tratamento da superfície da Junta de Construção, poderá ser distinto a cada zona.

O tipo de tratamento deverá ser análogo ao aplicado nas superfícies das juntas de construção do CCR, ou seja:

Nas zonas onde **há requisitos** das Tensões, limpeza com jato de ar úmido, sob pressão de 7 báries, com a retirada de todo o material solto e danificado, ou sujeira, **e aplicação de argamassa de berço;**

Nas regiões onde **não se requeira Tensões**, somente a limpeza com jato de ar úmido, sob pressão de 7 báries para a retirada de todo o material solto e danificado, ou sujeira

Na eventualidade do uso e CVC para as faces de montante e jusante, a superfície da junta de construção desse concreto deve atender o conceito de tratamento para concretos convencionais (o qual o Autor espera que todos que trabalham com concreto, saibam!). Entretanto, para uniformizar as operações a aplicação da argamassa de berço pode-ser estendida sobre o CVC, após o preparo da superfície do mesmo. Essas operações devem ser realizadas imediatamente antes do lançamento da nova camada.



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008
ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Juntas de Contração

As Juntas de Contração, poderão ser executadas de mesmo modo que o atualmente usado para as barragens de CCR.

Na face de montante, se adotado o uso de CVC, o sistema de estanqueidade e drenagem, constituídos por linha dupla de Veda-Juntas de PVC e Dreno, deverão estar envolvidos pelo próprio CVC devidamente adensado.

Proteção e Cura

Proteção

Durante as operações de espalhamento e compactação o micro-clima da região onde se concentra essas operações deverá ser mantido úmido, por meio de nebulizadores;

Na eventualidade da ocorrência de chuva, pode se proceder como o usualmente adotado nas construções de CCR;

Nas construções em zonas de clima frio, as operações devem ser executada de modo a garantir o início de endurecimento do material



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Trânsito sobre a Superfície Compactada

Deve ser entendido que qualquer atividade que danifique a superfície, o material danificado deverá ser retirado no tratamento da Junta de Construção.

Diante dessa conceituação o manuseio de veículos e equipamentos deve ser feito de tal modo que não danifique a superfície para não haver a necessidade de se retirar materiais desnecessariamente.

Estima-se, com base no uso de cimentos e do próprio CCR, que o tráfego de veículos leves possa ser tolerada a partir de 4 a 5 horas após a compactação, e que veículos pesados a partir de 10-12 horas.

A ação das unhas das esteiras dos tratores deve ser evitada.



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Cura

A cura é necessária para que se desenvolvam as reações de endurecimento do composto por cimentos, além do que a cura executada desde o momento após a compactação permite extrair calor (devido a hidratação) antes de se atingir o Pico Térmico devido a hidratação.

Pelo menos por essas razões a cura deve ser realizada com água, pela ação de nebulizadores, durante os 3-4 primeiros dias e por aspersão (o que não significa Jato!) de água por tempo não inferior a 10 dias ou até que uma nova camada venha a ser aplicada sobre a terminada.

Sistema para o Controle de Qualidade

O Autor é de opinião que Controle de Qualidade não é apenas o registro de informações, e a realização de gráficos bonitos e de relatos de elevado impacto visual, mas sim e muito mais o correto manuseio das informações para a tomada de ações em tempo hábil e compatível com a dinâmica de construção para minimizar erros, corrigir falhas e maximizar a uniformidade, de tal modo que a qualidade se estabeleça autogenamente.



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Diante disso o Sistema de Qualidade deve englobar:

- Capacitação e Qualificação dos Participantes nos processos e atividades;
- Simulação de atividades fundamentais e eventualmente não conhecidas (ensinamentos, palestras, realização de aterro experimental);
- Estabelecimento e rotinas e métodos que conduzam a uma absorção rápida das informações, com análises sistemáticas e advertências às vulnerabilidades;
- Conhecimento prévio do comportamento (estatística) dos materiais adquiridos de terceiros para a obra;
- Conhecimento e domínio do processo de produção dos materiais (sistema de beneficiamento do material produção das misturas, transporte, colocação adensamento) para atuação nos pontos críticos;
- Estabelecimento de rotinas e ações para garantir a cumprimento das propriedades exigidas com a menor dispersão possível;
- Rapidez e confiabilidade nas ações, honestidade nos registros, fidelidade nas informações;
- Auscultação e monitoração eficiente;
- Registro claro, impessoal e auto-explicativo.



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



IBRACON

Relembrando

 **O Qual é o Que?**

Nas Figuras abaixo, são mostrados 5 materiais compostos por cimentos.

Pede-se aos Participantes para identificá-los!



Material A



Material B



Material C



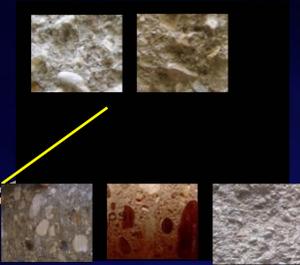
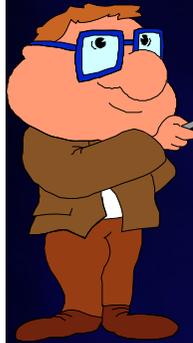
Material D



Material E

Respostas

👉 **O Qual é o Que?**



CVC



CCR com os mesmos materiais da anterior



CCR



Solo- Cimento – Barragem de Bonny- Colorado-USA



Sandcrete- Solo-Cimento Arenoso



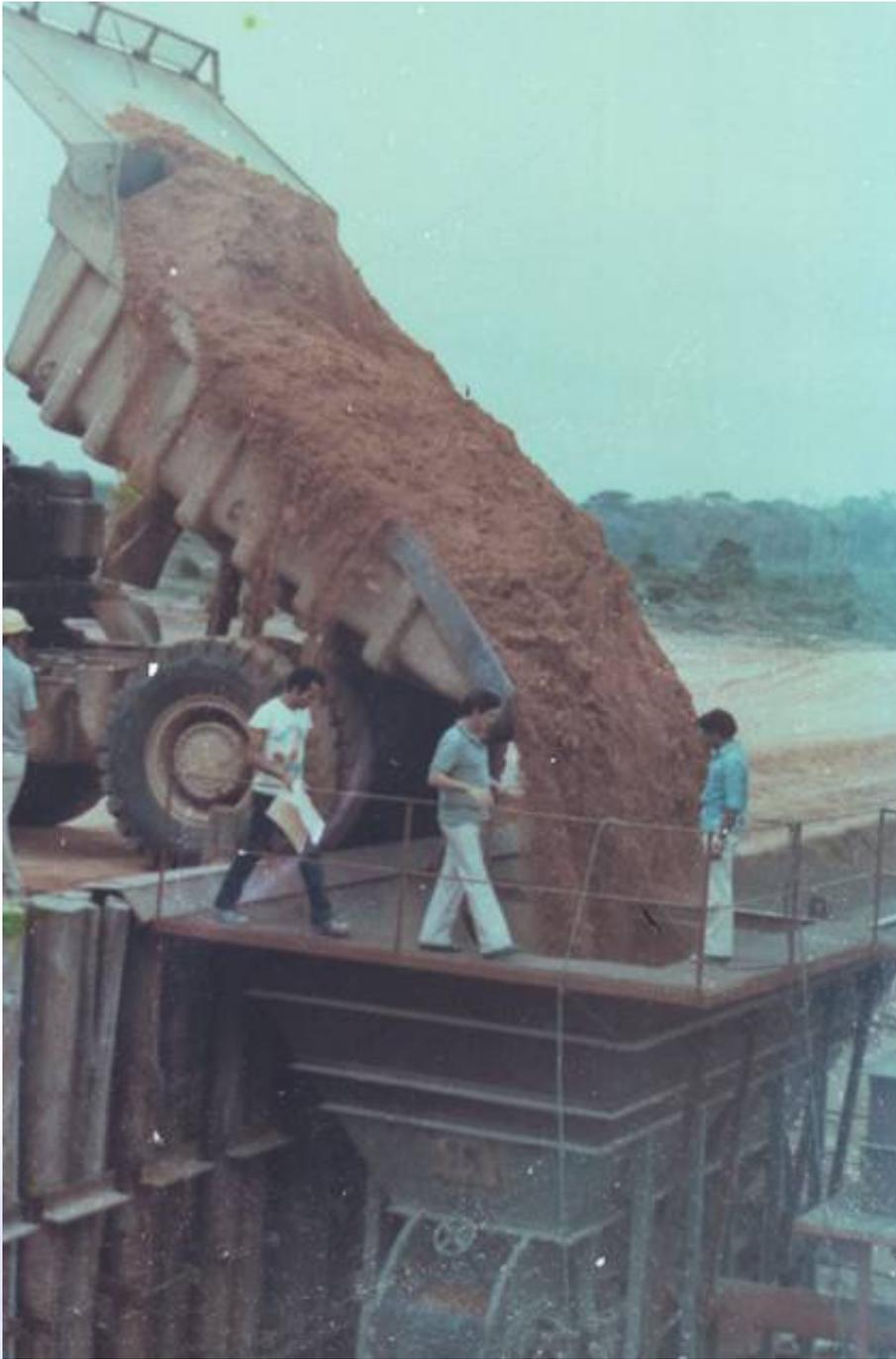
Andriolo Engenharia Ltda
 Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
 13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
 Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
 e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
 CBC2008 - RCC Symposium
 Setembro / 2008

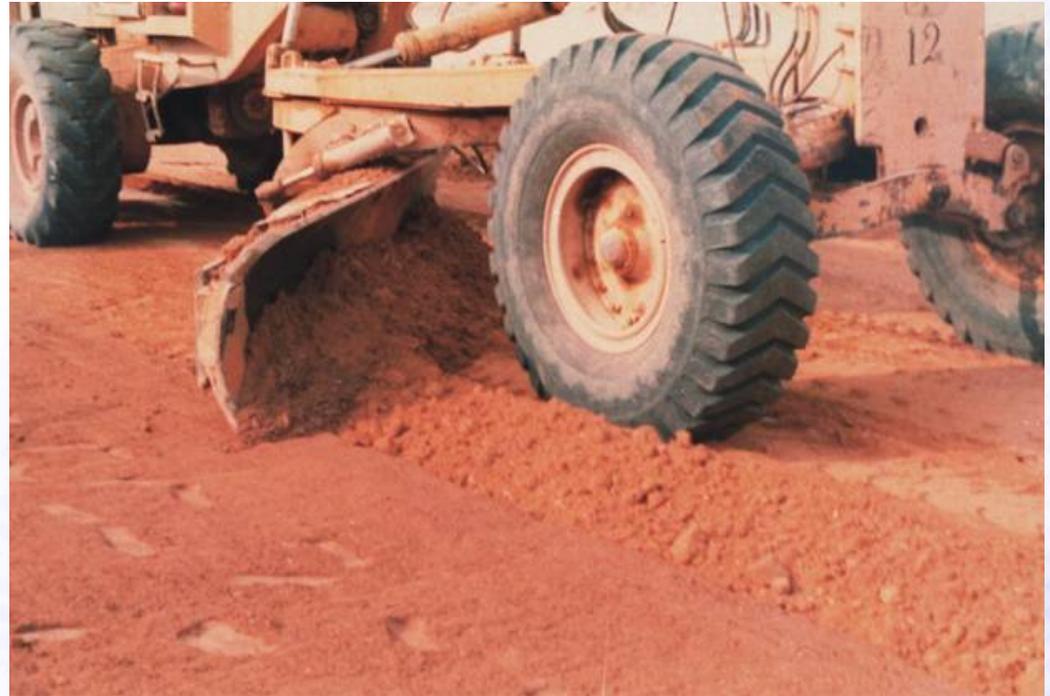
ISBN
 © 2008 - IBRACON



















Armoring Tampa Bay - Reservoir with Soil-Cement

MUITO OBRIGADO !!!
Muchas Gracias !!!
Many Thanks !!!



Andriolo Ito Engenharia Ltda
Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
CBC2008 - RCC Symposium
Setembro / 2008

ISBN
© 2008 - IBRACON



RCC - 2008 SCHEDULE

DAY 1 - 05/09/2008

THEME 1: DAM - PLANNING AND DESIGN	SPONSOR	START	END
Beydag RCC Dam – Design Philosophy to Simplify The Construction	Nejat Demirörs, Öncü Polat	14:45	15:00
Questions		15:00	15:10
O CCR é Suficiente? Ou Vamos Utilizar o Solo-Cimento como Elemento Estrutural na Construção de Barragens?	Francisco Rodrigues Andriolo	18:05	18:20
Questions		18:20	18:30

DAY 2 - 06/09/2008

THEME 3: RCC MATERIALS AND QUALITY CONTROL	SPONSOR	START	END
<i>Conference:</i> Case Turkish	<i>Turkish Engineers</i>	15:00	15:50
Questions		15:50	16:00

DAY 3 - 07/09/2008

THEME 2: RCC PRACTICES IN DIFFERENT COUNTRIES	SPONSOR	START	END
<i>Conference:</i> New Developments and Innovations	Brian Forbes	10:30	11:20
Questions		11:20	11:30
<i>Conference:</i> Evolução do CCR em Barragens Brasileiras	Francisco Rodrigues Andriolo	11:30	12:20
Questions		12:20	12:30
RCC- Concreto Rolado- "Rollcrete": Mais de 30 anos no Brasil – Erros, Acertos, Contrariedades, Conquistas e a Necessidade de Manter Qualidade	Francisco Rodrigues Andriolo	15:30	15:50
Questions		15:50	16:00
<i>Coffee Break</i>		16:00	16:30
THEME 2: RCC MATERIALS AND QUALITY CONTROL			
General Discussions Coordination: Selmo Chapira Kuperman	Brian Forbes, Joaquin Diez Cascón Sagrado, Timothy P. Dolen, Johann Geringer, Shigeyoshi Nagataki, Francisco Holanda, Francisco Rodrigues Andriolo, José Marques Filho	16:30	17:30
Questions		17:30	18:00



Andriolo Ito Engenharia Ltda
 Av. Dr. Paulo Pinheiro Werneck 850- Parque Santa Mônica
 13.561- 235- São Carlos- SP- Brasil
 Fone: ++55-16- 3307 6078 Fax: ++55-16- 3307 5385
 e-mail: fandrio@attglobal.net site: www.andriolo.com.br



Anais do 50º Congresso Brasileiro do Concreto
 CBC2008 - RCC Symposium
 Setembro / 2008
 ISBN
 © 2008 - IBRACON

