



# UHE Serra do Facão Sustentabilidade e Engenharia

CAMARGO  
CORRÊA

IBRACON 2012



Outubro de 2012

## Introdução

## UHE Serra do Facão

## Engenharia e Sustentabilidade

## Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa

## Conclusão

# **Como podemos construir uma obra de forma sustentável desde o início?**

**Os engenheiros da Camargo Corrêa usaram o método construtivo para atender aos três pilares da Sustentabilidade:**

- **Ganhos ambientais**
- **Economia Financeira**
- **Desenvolvimento Social**

## Obra modelo de Gestão Ambiental

Praça 3 Rs – Reduzir, Reutilizar e Reciclar



Redução de utilização de cimento: **30,5 mil Toneladas**

Utilização de areia artificial: **750 mil Toneladas**

Árvores nativas plantadas: **7.700**

Mudas de árvores doadas: **20.000**

Redução e Compensação de Emissões: **70.000 t CO2**

A geração de empregos diretos e indiretos : **5.000**

Trabalhos socioambientais com a comunidade: **30 ações**

Introdução

**UHE Serra do Facão**

Engenharia e Sustentabilidade

Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa

Conclusão



# Localização

Latitude - 18°04' Sul

Longitude - 47°40' Oeste



Serra do Facão  
HPP

Rio de Janeiro



Catalão e Davinópolis



SEFAC (Consórcio Empreendedor) foi responsável pela implantação da hidrelétrica, linha de transmissão e reservatório

- **Furnas Centrais Elétricas** - 49.47%
- **Alcoa Alumínio** - 34.97%
- **Departamento Municipal de Energia** - 5.47%
- **Camargo Corrêa Energia** - 10.09%



COFAC (Consórcio Fornecedor) foi responsável pelas obras civis e eletromecânicas.

- **Construtora Camargo Corrêa** - 55.28%
- **Voith Siemens** - 41.19%
- **CNEC** - 3.53%



# UHE Serra do Facão



Introdução

UHE Serra do Facão

**Engenharia e Sustentabilidade**

Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa

Conclusão

Foram produzidos aproximadamente 610.000 m<sup>3</sup> de CCR do total de 710.000 m<sup>3</sup> de concreto da obra.

O consumo de cimento foi de **70 kg/m<sup>3</sup>**, reduzindo a emissão de gases poluentes em **41.000 t CO<sub>2</sub>e** em relação ao concreto convencional (120 kg/m<sup>3</sup>).

Também foi economizado **1,4 milhões de litros** combustível devido se transportar menos cimento.

- Cimento – 70 kg/m<sup>3</sup> (58% escória)
- Água – 130 L/m<sup>3</sup>
- Areia Artificial – 1,234 kg/m<sup>3</sup>
- Brita #1 – 19mm - 536 kg/m<sup>3</sup>
- Brita #2 – 25mm - 666 kg/m<sup>3</sup>
- Aditivos – Retardador e Plastificante
- Grau de Compactação  $\geq 98\%$

Camargo Corrêa utilizou cimento com **58% de escória** (Alto Forno), melhorando a durabilidade do Concreto e mitigando a reação álcali-agregado.

A utilização de sub-produtos residuais **reduzem custos e impactos ambientais** tais como disposição em aterros.

Escória pode representar **70%** dos resíduos do setor da produção de minérios.

A principal fonte de consumo de água em uma obra está na produção do concreto.

O consumo de água foi reduzido em **1 milhão de litros** devido ao baixo consumo de cimento do CCR.

Camargo Corrêa eliminou o uso de areia natural no CCR, recurso natural que seria obtido através da dragagem do rio.

**Isto evitou poluir a água**, que é um bem cada vez mais precioso.

Para repor a areia natural foi usada areia artificial, contendo 14% de **material pulverizado passante pela peneira #200 (0,075 mm)**.

A areia artificial com estes finos melhoraram a permeabilidade do concreto e reduziram o trabalho de triagem.

Foram utilizadas rochas para a produção das britas e da areia artificial provenientes da **escavação da fundação** da barragem, da casa de força e do túnel de desvio.

Camargo Corrêa usou escória de alto forno na produção do concreto, **sempre atentando para a qualidade e durabilidade** do empreendimento.

Durabilidade depende do **conhecimento profissional** com novas técnicas e atividades planejadas.

Isto pode reduzir os impactos ambientais e aumentar a vida útil da obra.

CCR4	Cannon Time (seg.)	Umid. (%)	Unit Weight (kg/m <sup>3</sup> )	Temperatur		Compaction Degree
				Envir.	Concrete	
<b>Consumption 70 kg/m<sup>3</sup></b>						
Average (MPa)	12.6	5.5	2607	21.3	23.5	99.7
Standard Deviation (MPa)	1	0.8	27.4	5.2	2.2	1
Coefficient of Variation (%)	8.2	14	1.1	24.6	9.2	1
Number of Samples	163	163	163	163	163	163

CCR4	Age (days)				
	7	28	90	180	360
<b>Consumption 70 kg/m<sup>3</sup></b>					
Average (MPa)	4.3	9.1	12.7	13.9	14.8
Standard Deviation (MPa)	1	1.6	1.7	2.1	2.4
Coefficient of Variation (%)	23.3	16.8	13.3	15.3	16.1
Number of Samples	159	163	163	162	155
coefficient t	0.842	0.842	0.842	0.842	0.842
<b>Estimated fck (MPa)</b>	3.4	7.8	11.2	12.1	12.8

## Density Control "in situ" and Degree of Compaction with nuclear densimeter

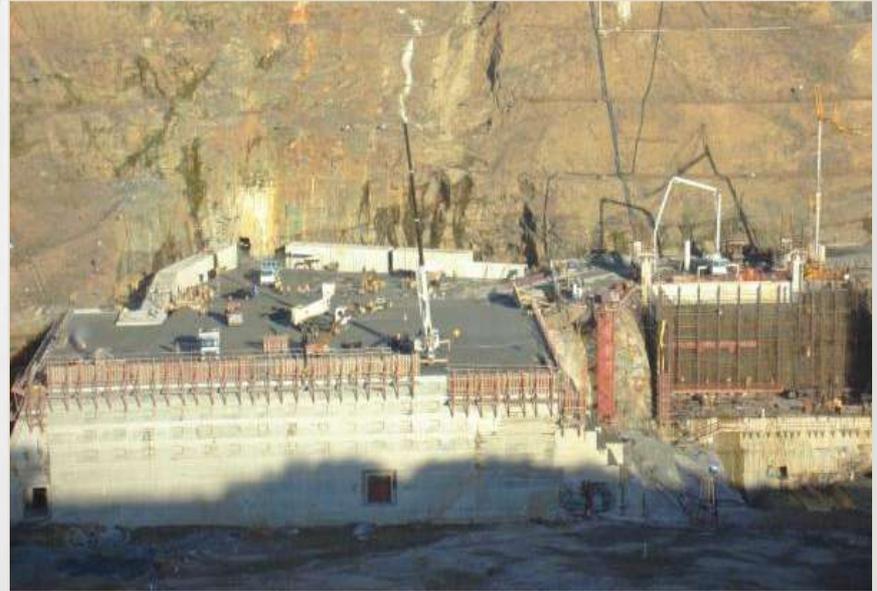
Tests	Density (t/m <sup>3</sup> )	Degree of Compression (%)	Water (kg/m <sup>3</sup> )	Humidity (%)
Quantity	3,960	3,960	3,960	3,959
Average	2.6	99.4	147	6.1
Standard Deviation	0.04	1.52	15.69	2.36
Coefficient of Variation (%)	1.42	1.53	10.69	39



# Resultados obtidos através da extração de testemunhos

Testing	Data	Hole							Total
		F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	
Density (kg/m <sup>3</sup> )	Average	2634	2615	2630	2638	2644	2621	2578	2629
	Standard Deviation	42	42	69	30	72	86	53	60
	Number of tests	25	16	11	18	27	16	7	120
Compressive strength (MPa)	Average	11.7	12	11.8	11.8	14.3	12.6	16.1	12.7
	Standard Deviation	3.5	2.2	2.1	2.3	2.9	2.8	6.3	3.2
	Number of tests	15	10	4	8	13	8	4	62
Tension strenght submmited to diametrical compression (MPa)	Average	1.76	2	1.59	1.7	1.35	1.36	1.71	1.59
	Standard Deviation	0.39	0.26	.33	0.18	0.49	0.55	0.83	0.47
	Number of tests	6	5	4	6	11	6	3	41
Modulus of Elasticity (GPa)	Average	21.6	24	21.7	22.7	39.6	33.6	28.3	29.5
	Standard Deviation	4.3	9.2	5.8	4.8	6.2	8.3	5.9	9.6
	Number of tests	6	5	4	8	13	8	4	48
Permeability (m / s)	Average	0.0e+00	---	4.6e-12	4.5e-11	1.9e-11	4.0e-11	---	1.3e-11
	Standard Deviation	0.0e+00	---	4.6e-12	6.8e-11	1.4e-11	1.2e-12	---	3.1e-11
	Number of tests	14	0	3	4	3	2	0	26

# Barragem de CCR



Introdução

UHE Serra do Facão

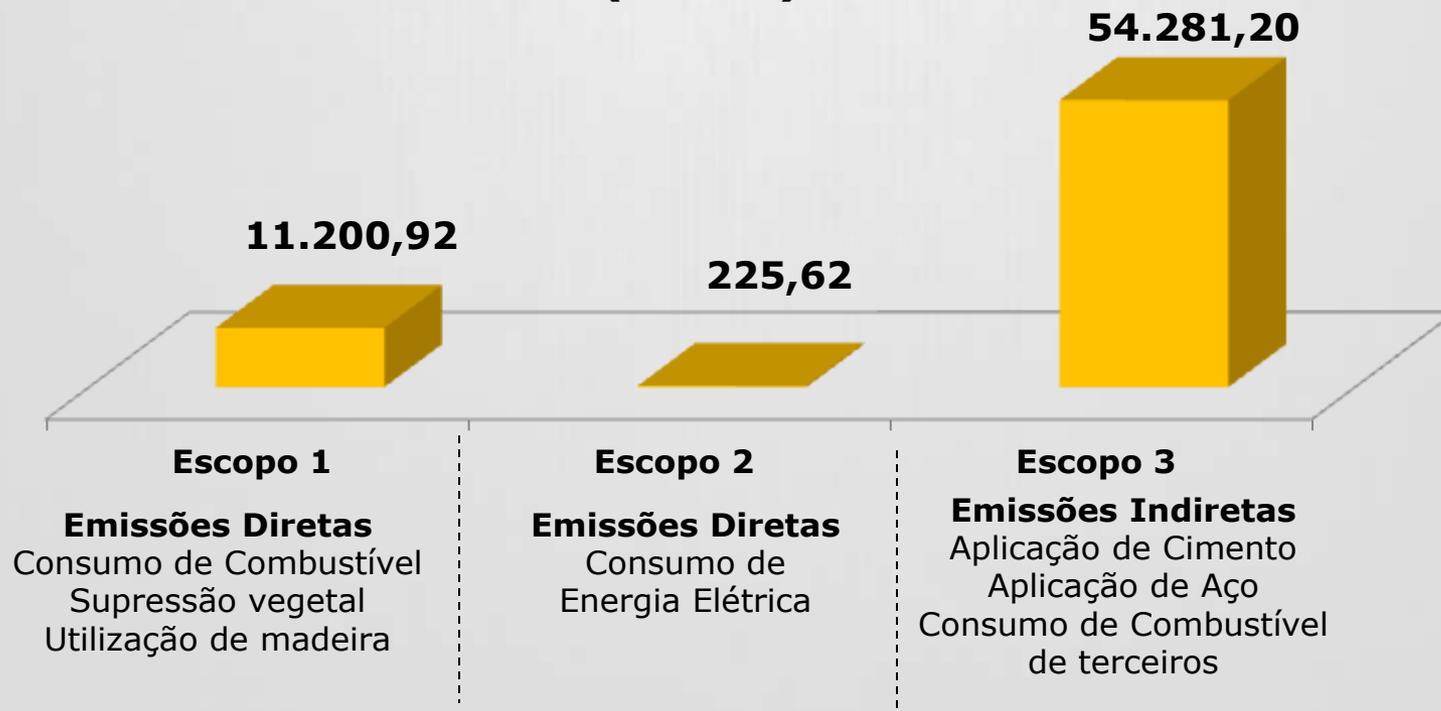
Engenharia e Sustentabilidade

**Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa**

Conclusão

A UHE Serra do Facão foi uma das primeiras obras de Hidrelétricas a serem inventariadas no mundo.

## Emissões de Gases de Efeito Estufa para Construção da UHE Serra do Facão (TCO<sub>2</sub>e)



## Ações que reduziram a emissão de gases de efeito estufa na construção da obra UHE Serra do Facão

### 1. Utilização de cimento com alto teor de escoria – 41.000 TCO<sub>2</sub>

- Economia de Cimento: 50kg/m<sup>3</sup> de concreto
- Substituição de matéria prima sem custo adicional
- Utilização de resíduos no processo produtivo do concreto
- Preservação dos recursos naturais (diminuição do uso de areia dragada)



### 2. Redução do consumo de combustível – 3.000 TCO<sub>2</sub>

- Economia de aproximadamente 1.400.000 litros de diesel
- Economia de R\$ 2.800.000,00
- Redução de emissões: 3.000TCO<sub>2</sub>e



Foram produzidas mudas no Centro Integrado de Educação Ambiental da obra. Foram **compensadas 26.000 toneladas de CO<sub>2</sub>e**, praticamente o equivalente à queima de 10 milhões de litros de óleo diesel.

O Programa de reabilitação de áreas degradadas foram desenvolvidas no canteiro da obra.



## Foi estabelecida a Meta de Redução de 21%

Emissões previstas na Construção da Hidrelétrica:	109.000 tCO <sub>2</sub>
Emissões na Construção da Hidrelétrica:	65.000 tCO <sub>2</sub>
Redução e Compensação de Emissões:	70.000 tCO <sub>2</sub>

**Meta atingida – Redução de 65% das  
emissões para a Construção da UHE Serra  
do Facão**

**Introdução**

**UHE Serra do Facão**

**Engenharia e Sustentabilidade**

**Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa**

**Conclusão**

## Com estas ações a Camargo Corrêa mostra que a Engenharia e Sustentabilidade caminham juntas e trazem grandes resultados!



Proporciona a **economia financeira** através da redução do consumo de cimento.



Traz **ganhos ambientais** com a redução da emissão de gases poluentes e preservação do meio ambiente.



Proporciona **ganhos sociais** com realização ações com a comunidade e de treinamento e capacitação da mão de obra local, além a geração de emprego e renda na região do projeto.

Curt Herweg

José Augusto Braga

Kalil Antonio A.Farran

Luiz Carlos Martins

Marcelo Marchi dos Santos

Miller Soares Rufino Pereira

Ricardo Sampaio Fernandes

# Obrigado!

[marcelo.marchi@camargocorrea.com](mailto:marcelo.marchi@camargocorrea.com)

[jose.braga@camargocorrea.com](mailto:jose.braga@camargocorrea.com)

+55 11 2787-4533



# UHE Serra do Facão Sustentabilidade e Engenharia

CAMARGO  
CORRÊA

IBRACON 2012



Outubro de 2012