



**CAMARGO
CORRÊA**

METODOLOGIAS CONSTRUTIVAS E SUSTENTABILIDADE – TENDÊNCIAS DO FUTURO

IBRACON 2013 – JOSÉ AUGUSTO BRAGA

- **TENDÊNCIAS DO FUTURO**

- A CAMARGO CORREA TEM COMO POLÍTICA NA CONSTRUÇÃO DE OBRAS :

- **TECNOLOGIA E COMPROMISSO COM A SUSTENTABILIDADE**

OBJETIVOS

- 1- Redução de consumo de cimento e aumento de adições minerais (escoria de alto forno e cinza volante – Fly Ash);
- 2- Preferencialmente, utilizar Areia Artificial contendo material passante na # 200. Produzida com rocha oriunda de escavação obrigatória, em substituição a areia natural, evitando intervenções nos rios;
- 3- Utilização de agregados, o máximo possível, oriundos de escavação obrigatória ou de pedreiras a montante do barramento, ou seja, ficarão submersas;
- 4- Reaproveitamento e tratamento de águas industriais.

METODOLOGIAS CONSTRUTIVAS EM HIDROELÉTRICAS

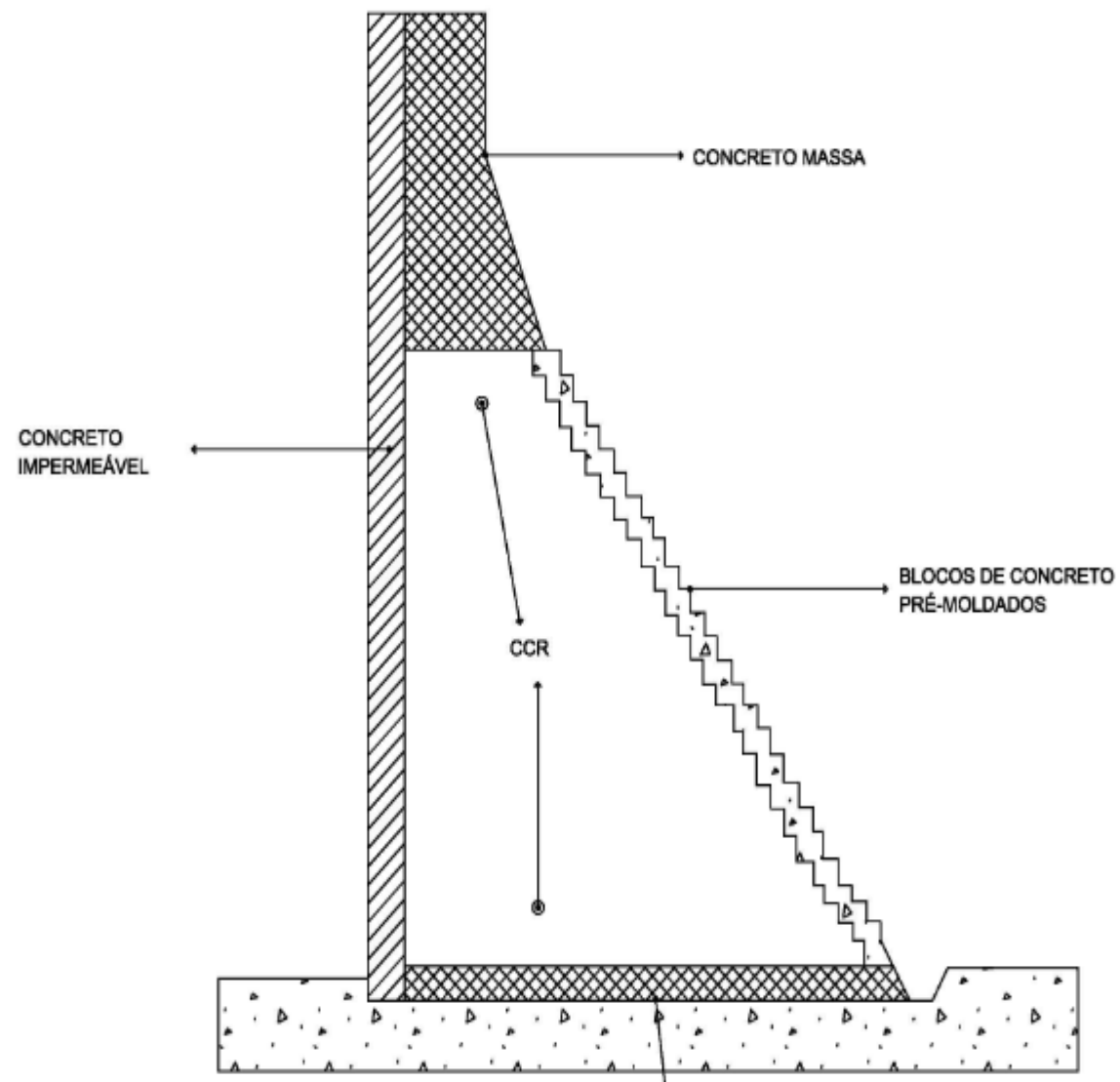
- **TENDÊNCIAS DO FUTURO**

TENDÊNCIAS DO FUTURO

- 1- CONCRETO COMPACTADO COM ROLO – CCR
- 2- BARRAGEM DE ENROCAMENTO COM NUCLEO DE CONCRETO ASFALTICO
- 3- BARRAGEM DE ENROCAMENTO COM FACE DE CONCRETO
- 4- CASA DE FORÇA SUBTERRÂNEA E ADUÇÃO ATRAVÉS DE TÚNEIS.
- 5- INDUSTRIALIZAÇÃO - MECANIZAÇÃO
- 6- PRÉ - MONTAGEM



CCR



A experiência brasileira no estudo, desenvolvimento e aplicação do CCR em barragens pode ser assim relatada, de forma sucinta:

- 1976, Hidroelétrica de Itaipu, primeira experiência brasileira, execução de pisos de oficina mecânica e almoxarifado.
- 1978, Itaipu, ensaios de laboratório, construção de maciços experimentais, e aplicação de CCR no preenchimento de alguns acessos às fundações da barragem atingindo um volume de 26.000m³.
- 1978, Hidroelétrica de São Simão, lançados cerca de 40.000m³ em locais diversos.
- 1982, Hidroelétrica de Tucuruí, muro da eclusa, cerca de 12.000m³, primeiro lançamento de CCR em uma estrutura definitiva, no Brasil.

- **CCR POBRE:** com baixo teor de material cimentício, menor que 100 kg/m³. É razoavelmente permeável e pouco homogêneo ao longo da espessura da camada, podendo apresentar caminhos preferenciais de percolação
- **RCD (Roller Compacted Dam Concrete)** : desenvolvido no Japão, o método utiliza concreto mais argamassado e úmido a fim de assemelhar-se ao concreto convencional
- **CCR com alto teor de pasta:** usa grande quantidade de material pozolânico e mais material cimentício, com teores superiores a 150 kg/m³, visando à permeabilidade semelhante à do concreto convencional

Concreto com alto teor de finos (ATF): desenvolvido no Brasil – Itaipu Binacional), a procura de alternativas a limitação técnicas do CCR Pobre (permeabilidade) e de disponibilidade de cinza volante ou outros tipos de pozolanas, pesquisou e optou pela utilização de FINOS oriundos da Areia Artificial , com certa quantidade de material de dimensão inferior a 0,075mm (peneira 200)

- TECNOLOGIA DESENVOLVIDA NA ITAIPU BINACIONAL
- - *UTILIZADA INICIALMENTE NA PRESA DE URUGUAI , UHE CAPANDA – ANGOLA E DIVERSAS OBRAS DE CCR E CCV NO BRASIL.*
- - POSSUI ATIVIDADE POZOLÂNICA, QUE PODE SER COMPROVADA COM O ENSAIO DA FIXAÇÃO DA CAL – *ENSAIO DESENVOLVIDO NA ITAIPU A PARTIR DA CONSTATAÇÃO FEITA PELO DR. ALBERTO OSSIPOV , DO SCIENTIFIC RESEARCH CENTRE HYDROPROJECT DE MOSCOU E PUBLICAÇÃO – PESQUISA SOBRE METODOS DE ENSAIO PARA AVALIAÇÃO DE AGREGADOS PARA USO EM CCR – BRAGA J.A, FERNANDES FRANCELINO – III SEMINARIO NACIONAL DE CCR – 11/1998*

- 1- **CONCRETO CONVENCIONAL** - ESPESSURA DE 1,00 A 0,60 M , com consumo no máximo 200,0 kg / m³
- 2- **CCR ENRIQUECIDO** :
 - Injeção com calda
 - CCR com maior teor cimentício e teor de pasta
- 3- **FIXAÇÃO DE MANTA NO PARAMENTO**

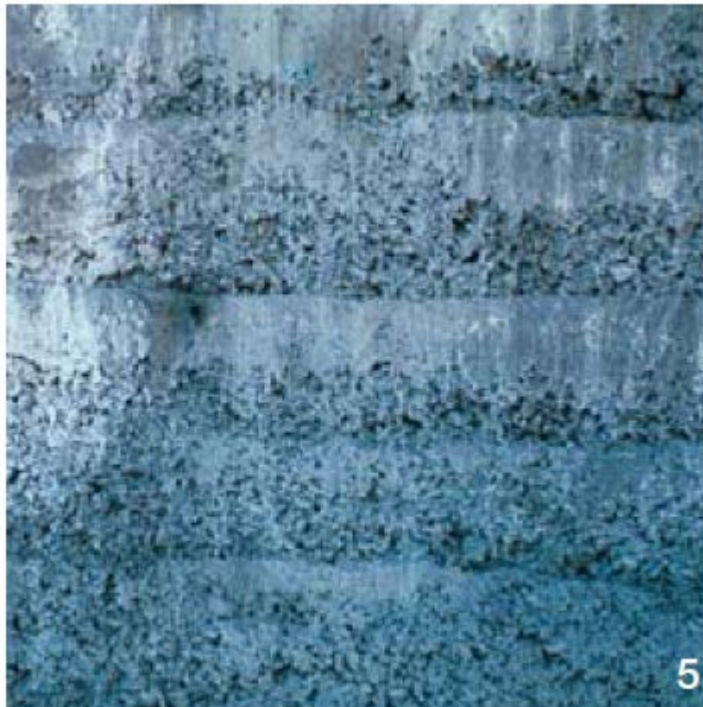


Figuras 42 e 43 – Compactação do contato CCV/CCR e lançamento de CCV no paramento de montante, respectivamente



*Figura 31 – Processos de adensamento do GERCC em Tannur e Jiangya Dam.
Fonte: International Water Power & Dam Construction.*

5 - In RCC dams the upstream face is frequently made of GEVC (Grouted Enriched Vibrated Concrete).



PATOLOGIAS CAUSADAS PELA UTILIZAÇÃO DO GEVC




Masonry dams

400 MW PUMPED STORAGE SCHEME

Condition	Leakage Rate
Before repair	38,000 lpm
After repair	80 lpm

Kadamparai, India 2005



- **1 - HORIZONTAL - CAMADAS 30 CM E APLICAÇÃO DE ARGAMASSA ENTRE CAMADAS**
- **2- MÉTODO RAMPADO**
- **3- ASSOCIAÇÃO DOS 2 METODOS**



CCR - METODO RAMPADOSub-camadas contínuas com $h = 0,33$ 

Figura 2 - Método Rampado



Fotografia 1- Lançamento de CCR em Rampa





SUGESTÃO PARA EXECUÇÃO DA JUNTA DE CONTRAÇÃO





Detalhe dos veda-juntas de montante. Notar posição do dreno a ser moldado “in loco” e detalhe de forma junto ao “O” do veda-junta para forçar a formação da mesma neste local.



SISTEMA DE CURA ADOTADO PELA CC EM CCR



UHE Serra do Facão – 210 MW



PISTA EXPERIMENTAL DE CCR



UHE Serra do Facão



- **AREIA ARTIFICIAL – PÓ DE PEDRA - COM FRAÇÃO FINA DE $\pm 14\%$ DE MATERIAL PASSANDO NA PENEIRA 200 (0,075MM),SEM TER SUBMETIDO A QUALQUER PROCESSO DE BENEFICIAMENTO , TAL COM LAVAGEM.**

Misturas Utilizadas

Aglomerante – 70 kg/m³ (62% de escoria de alto forno)

Água - 130 kg/m³

Areia Artificial – 1234,0 kg/m³

Brita 1- 25mm- 536,0 kg/m³

Brita 2 - 666,0 kg/m³

Aditivos - plastificante e retardor de água

Canon Time – 20 a 30 s

Grau de Compactação $\geq 98\%$

3. Resultados obtidos na extração de testemunhos no corpo da Barragem

Ensaio	Dados	Furo							Total geral
		F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	
Massa específica (kg/m ³)	Média	2634	2613	2630	2638	2644	2621	2578	2629
	Desvio Padrão	42	42	69	39	72	88	53	60
	Nº de ensaios	25	16	11	18	27	16	7	120
Resist. à compressão (MPa)	Média	11,7	12,0	11,8	11,8	14,3	12,6	16,1	12,7
	Desvio Padrão	3,5	2,2	2,1	2,3	2,9	2,8	6,3	3,2
	Nº de ensaios	15	10	4	8	13	8	4	62
Tração na compress. diametral (MPa)	Média	1,76	2,00	1,59	1,70	1,35	1,36	1,71	1,59
	Desvio Padrão	0,39	0,26	0,33	0,18	0,49	0,35	0,83	0,47
	Nº de ensaios	6	5	4	6	11	6	3	41
Módulo de elasticidade (GPa)	Média	21,6	24,8	21,7	22,7	29,6	33,6	28,3	29,3
	Desvio Padrão	4,3	9,2	5,8	4,8	6,2	8,3	3,9	9,6
	Nº de ensaios	6	5	4	8	13	8	4	48
Permeabilidade (m/s)	Média	0,0E+00	—	4,6E-12	4,3E-11	1,9E-11	4,0E-11	—	1,3E-11
	Desvio Padrão	0,0E+00	—	4,6E-12	6,8E-11	1,4E-11	1,2E-12	—	3,1E-11
	Nº de ensaios	14	0	3	4	3	2	0	26

Obs: Para obter o valor da permeabilidade foram realizados seis ensaios em cada furo, obtendo-se os dados F13 e F18 de referência.



Fig. 7. Amostras extraídas da estrutura.



CCR – OBRAS RODOVIÁRIAS



ESTRADA DA BATALHA







ESTRADA DA BATALHA





BARRAGEM DE ENROCAMENTO COM NUCLEO DE CONCRETO ASFALTICO

UHE CHAPECÓ

-
-
- PIONEIRA NO BRASIL EM BARRAGEM DE ENROCAMENTO COM NUCLEO DE ASFALTO

UHE FOZ DO CHAPECÓ

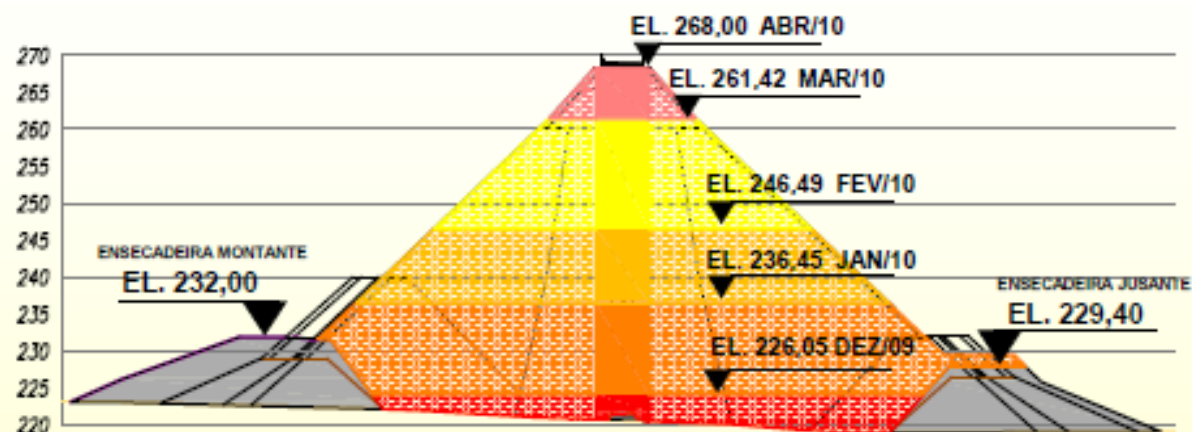


CAMARGO
CORRÊA

ENGENHARIA & CONSTRUÇÃO

BARRAGEM PRINCIPAL

ACOMPANHAMENTO DA CONSTRUÇÃO



NÚCLEO ASFÁLTICO	ENROCAMENTO COMPACTADO
DEZEMBRO/09: 28 CAMADAS (altura da camada: 25cm)	DEZEMBRO/09: 252.838 m ³
JANEIRO/10: 42 CAMADAS	JANEIRO/10: 413.028 m ³
FEVEREIRO/10: 40 CAMADAS	FEVEREIRO/10: 420.897 m ³
MARÇO/10: 60 CAMADAS	MARÇO/10: 321.685 m ³
ABRIL/10: 26 CAMADAS	ABRIL/10: 36.948 m ³
TOTAL: 196 CAMADAS – MÉDIA 2,2 camadas/dia	TOTAL: 1.445.396 m ³ - MÉDIA 12.569 m ³ /dia

**CAMARGO
CORRÊA**

ENGENHARIA & CONSTRUÇÃO

BARRAGEM PRINCIPAL

Abastecimento da Máquina Acabadora

Núcleo Asfáltico

Transição Fina





**CAMARGO
CORRÊA**

ENGENHARIA & CONSTRUÇÃO

BARRAGEM PRINCIPAL

ACOMPANHAMENTO - 16/12/2009





ENGENHARIA & CONSTRUÇÃO

BARRAGEM PRINCIPAL

ACOMPANHAMENTO - 31/03/2010



- **BARRAGEM DE ENROCAMENTO COM FACE DE CONCRETO**



UHE CAMPOS NOVOS





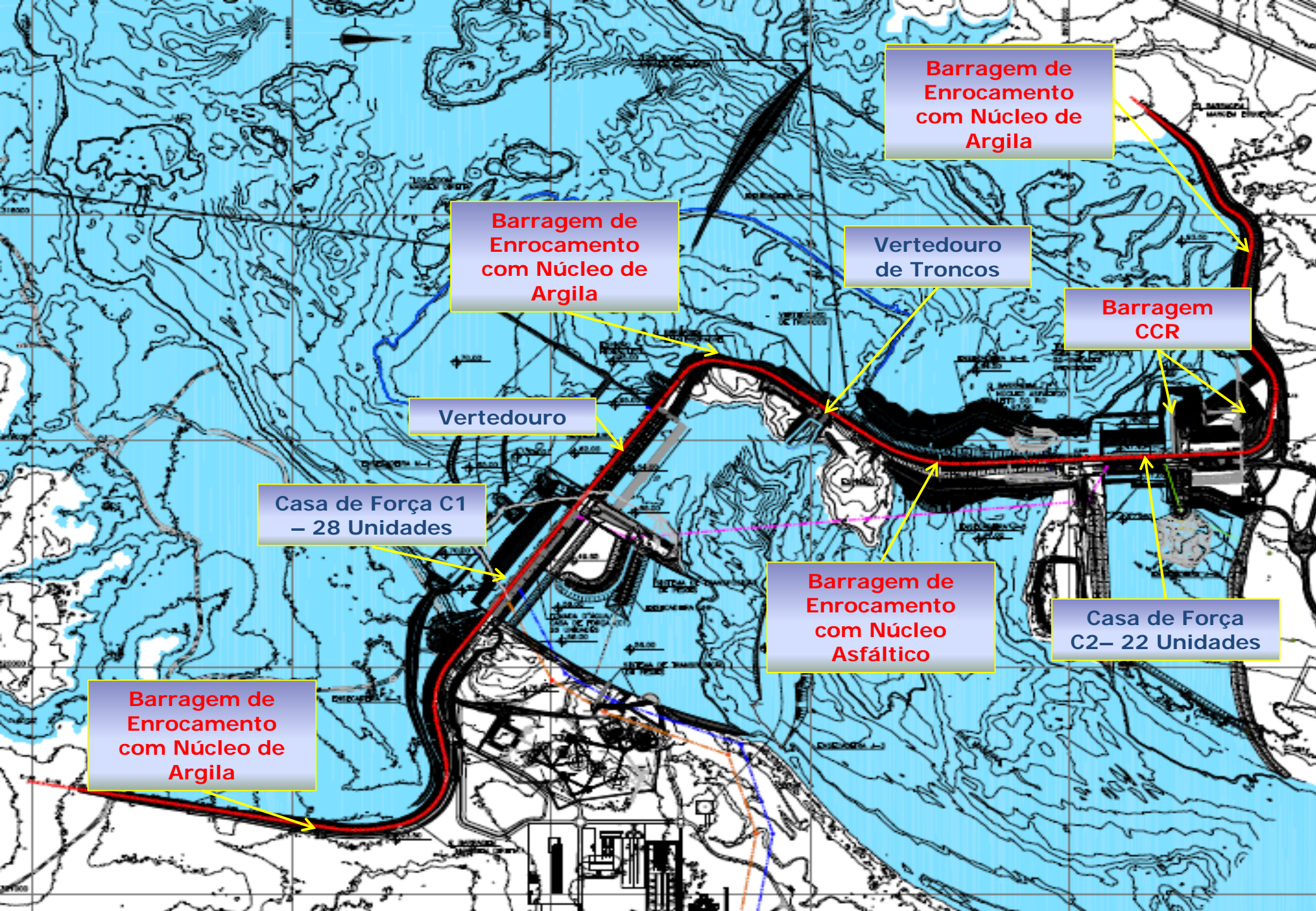


VISTA AÉREA DA REGIÃO DO VERTEDOURO





UHE JIRAU



Barragem de Enrocamento com Núcleo de Argila

Barragem de Enrocamento com Núcleo de Argila

Vertedouro de Troncos

Barragem CCR

Vertedouro

Casa de Força C1 - 28 Unidades

Barragem de Enrocamento com Núcleo Asfáltico

Casa de Força C2 - 22 Unidades

Barragem de Enrocamento com Núcleo de Argila

UHE JIRAU - RO

M
A
R
G
E
M

E
S
Q
U
E
R
D
A

**Barragem
Enrocamento
com Núcleo
Asfáltico**

**Vertedouro
de Troncos**

**Casa de Força C2
- 22 Unidades**

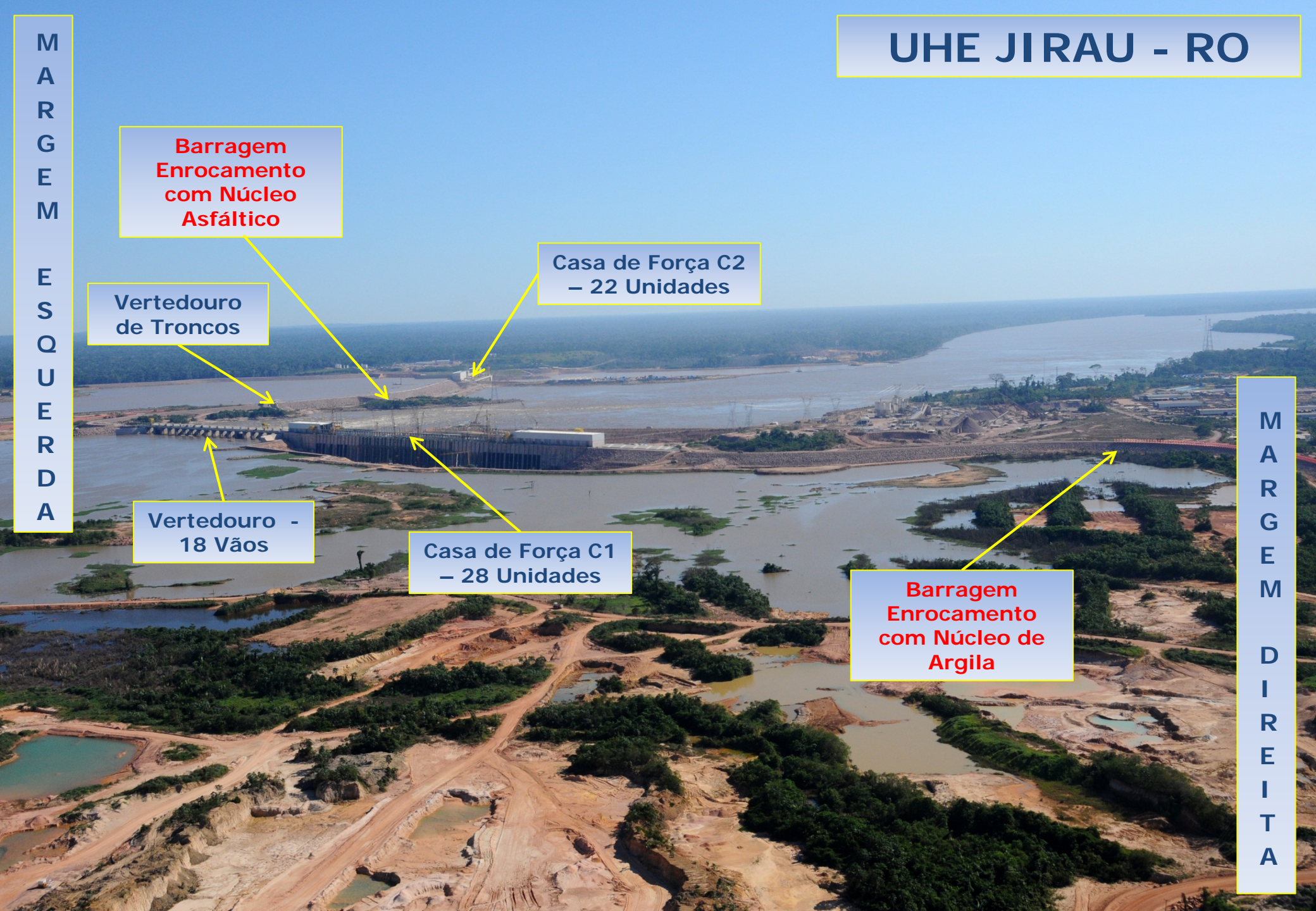
**Vertedouro -
18 Vãos**

**Casa de Força C1
- 28 Unidades**

**Barragem
Enrocamento
com Núcleo de
Argila**

M
A
R
G
E
M

D
I
R
E
I
T
A



UHE JIRAU - RO

Casa de Força C2
– 22 Unidades

Barragem
Enrocamento
com Núcleo
Asfáltico

Barragem
CCR

Vertedouro
de Troncos

Barragem
Enrocamento
com Núcleo de
Argila

M
A
R
G
E
M

E
S
Q
U
E
R
D
A

M
A
R
G
E
M

D
I
R
E
I
T
A



**MARGEM
DIREITA**

UHE JIRAU - RO

**Vertedouro – 18
Vãos**

**Casa de Força C1
– 28 Unidades**

**Barragem
Enrocamento
com Núcleo
Asfáltico**

**Vertedouro
de Troncos**

**Barragem
Enrocamento
com Núcleo de
Argila**

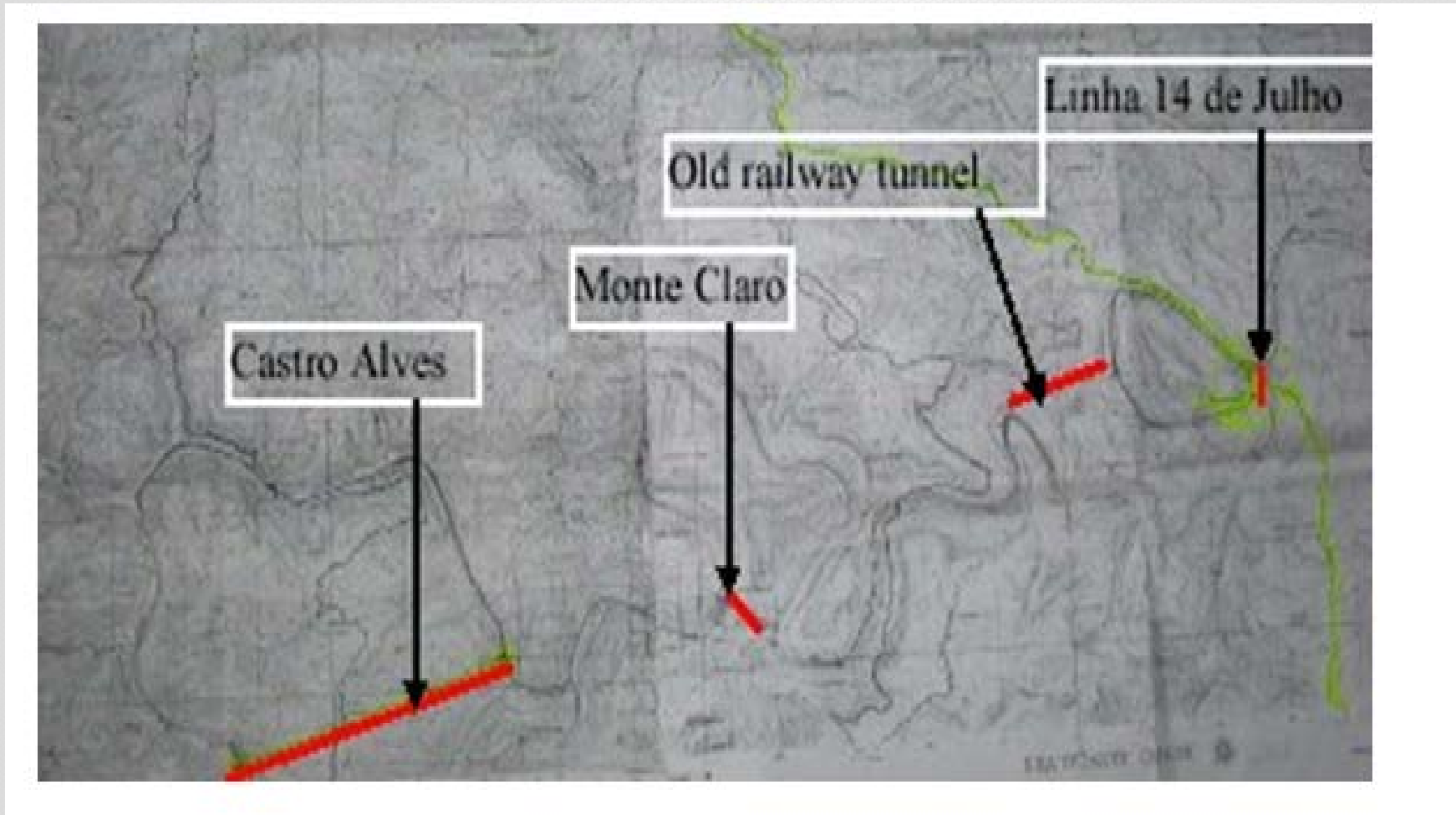
**Casa de Força C2
– 22 Unidades**

**Barragem
CCR**

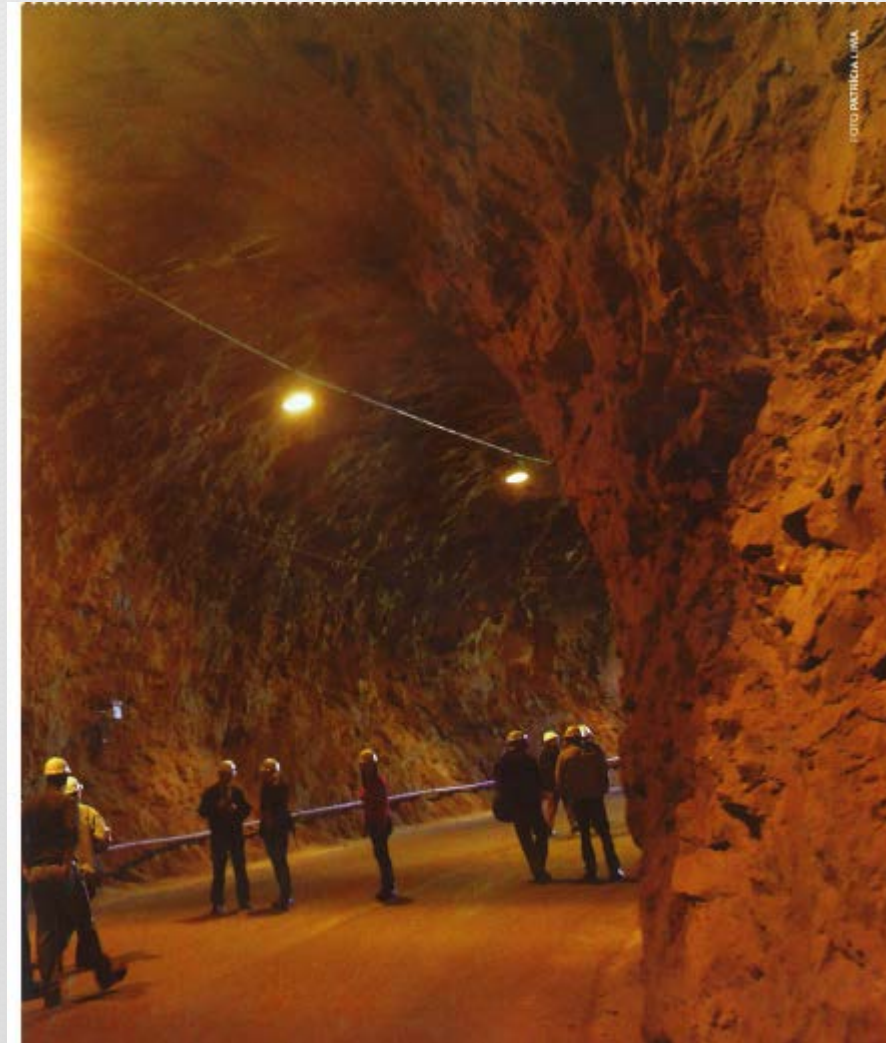
**MARGEM
ESQUERDA**



- **COMPLEXO CERAN**









INDUSTRIALIZAÇÃO

PATIO DE PRÉ-MOLDADO -METRÔ















Verticalizar o pré-moldado













OBRI GADO