

4

Estudo de Caso

4.1.

Revisão do Inventário do Rio Paraíba do Sul

O modelo foi usado para investigar o potencial hidroelétrico para PCHs em um trecho do Rio Paraíba do Sul, Brasil, que possui um comprimento de 25km, aproximadamente.

Os municípios alvo dos projetos hidroelétricos possuem localização estratégica, entre os principais pólos econômicos do país (Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais), e um dos mais importantes entrocamentos rodod-ferroviários nacional. Estes municípios são cortados ou estão muito próximos de rodovias de grande importância que interligam o país, como a BR040 (Rio de Janeiro – Belo Horizonte), a BR393 (antiga Rio de Janeiro – Bahia) e a BR116 (Rio de Janeiro – Bahia), além de estarem próximos também dos ramais ferroviários que escoam boa parte da produção de minerais do interior para o litoral.



Fig.19 Localização do estudo de caso.

Fonte: Obtido do Sistema Eletrobras Furnas [36].

Ao longo deste trecho, o rio possui vazões reduzidas pois há um desvio de água a montante, na cota 255m. O circuito de desvio hidráulico (túneis, canais e reservatórios intermediários) corre em “paralelo” ao rio e retorna a ele após passar as 3 turbinas Francis da hidroelétrica de Simplício de 343 MW, com cota de fuga a 140m. O desvio acontece na PCH de Anta, que possui uma cota de fuga a 232m. Então, uma altura de queda de $232\text{m} - 140\text{m} = 92\text{m}$ está disponível no próprio rio, para a exploração de potencial. Furnas – a empresa que desenvolve estes projetos – é obrigada por lei a manter uma vazão mínima (ambiental) ao longo do Rio Paraíba do Sul.

O caminho original do rio entre as cotas de fuga de Anta e Simplício é o trecho escolhido para testar a metodologia aplicada no modelo proposto, graças ao potencial hidroelétrico inexplorado e porque os dados hidrológicos são bem definidos. O desvio da água do rio em Anta é simples: se a vazão de Anta $Q > 430\text{m}^3/\text{s}$, então a vazão que é mantida ao longo do rio é dada por $Q - 340\text{m}^3/\text{s}$; se, por outro lado, $Q < 430$, então uma vazão ambiental de $71\text{m}^3/\text{s}$ deve ser observada ao longo do rio. Esta regra e as séries de vazões estão disponíveis na Resolução 396/2007 da ANA (Agência Nacional de Águas) [1]. A Fig.20 mostra a vazão média mensal no trecho de vazão reduzida do rio:

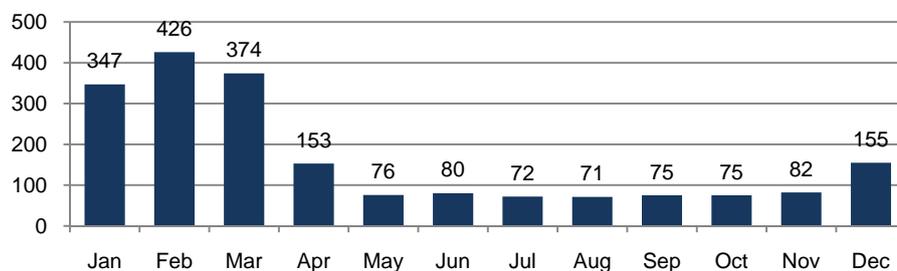


Fig.20 Dados de vazão média mensal para o trecho estudado do rio.

Fonte: Elaborado pelo Autor, com base em [1].

As interferências nas proximidades que foram consideradas são: (i) uma ferrovia, (ii) uma rodovia importante (a BR393) e (iii) a área urbana do município de Sapucaia. Estas interferências podem ser visualizadas na Fig.9. Um total de cem locais candidatos foi estudado e, para cada um, até sete alternativas de alturas de queda foram investigadas, começando em aproximadamente 8 metros e finalizando em 20 metros.

4.2.

Resultados

O tempo total de execução foi de 52 minutos, incluindo o pré-processamento, a otimização e a preparação dos resultados gráficos. Foi usado um processador de CPU Intel® Core™ 2 Quad com 4GB de memória.

A Tabela 1 apresenta a solução encontrada.

Tabela 1. Solução Ótima

Local No.	Cota do Reservatório (m)	Cota de Fuga (m)	Altura de Queda (m)	Potência Instalada (MW)	Energia Média (MWm)	Custo (10 ⁶ R\$)
5	232,0	224,1	7,9	14,4	6,9	77,3
38	198,0	184,6	13,4	24,4	11,7	127,8
54	182,0	172,0	10,0	18,2	8,7	93,1
62	172,0	162,1	9,9	18,0	8,7	96,6
75	162,1	154,6	7,5	13,6	6,6	76,4
89	154,0	146,3	7,7	14,0	6,7	77,2
Custo Total para o desenvolvimento das PCHs (milhões de R\$): 548,4						
Potência Instalada Total (MW): 102,6						
Energia Média Produzida (MWm): 49,2						

Fonte: Elaborado pelo Autor.

As figuras a seguir são as saídas do modelo de otimização. A Fig.21 define o perfil longitudinal do rio, mostrando as informações de potência instalada, energia produzida e altura de queda, para cada local selecionado pelo modelo de otimização. A Fig.22 é um mapa regional, mostrando as seis PCHs selecionadas de 100 locais candidatos, e as interferências locais. Nas Fig.23-Fig.28, mostra-se, em detalhe, uma determinada PCH selecionada e as interferências próximas a ela.

Como pode ser visto nas Fig.21-Fig.28, o modelo de otimização evitou a inundação da área urbana graças a custos proibitivos, porém inundou um pequeno trecho da ferrovia local e da rodovia.

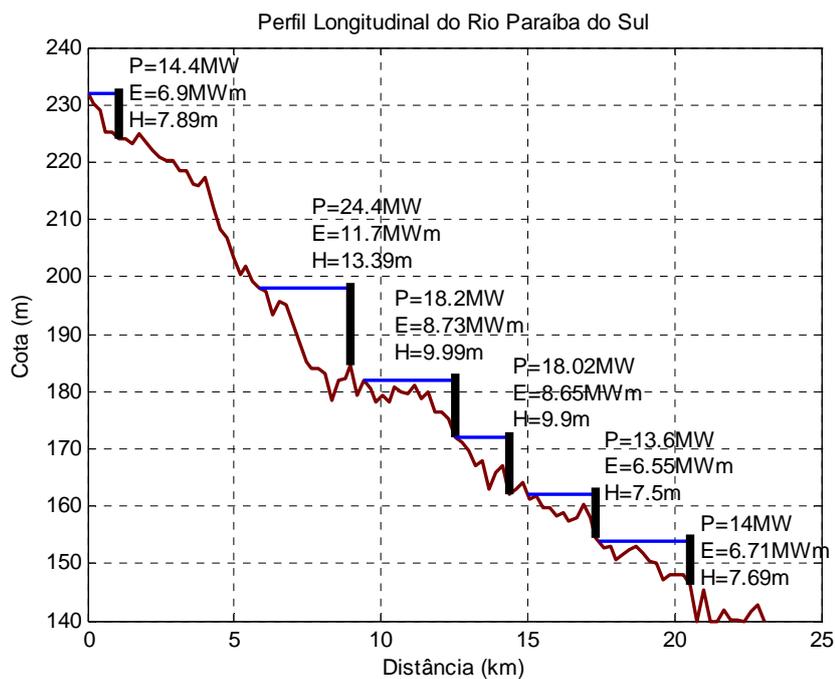


Fig.21 Perfil longitudinal do rio.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

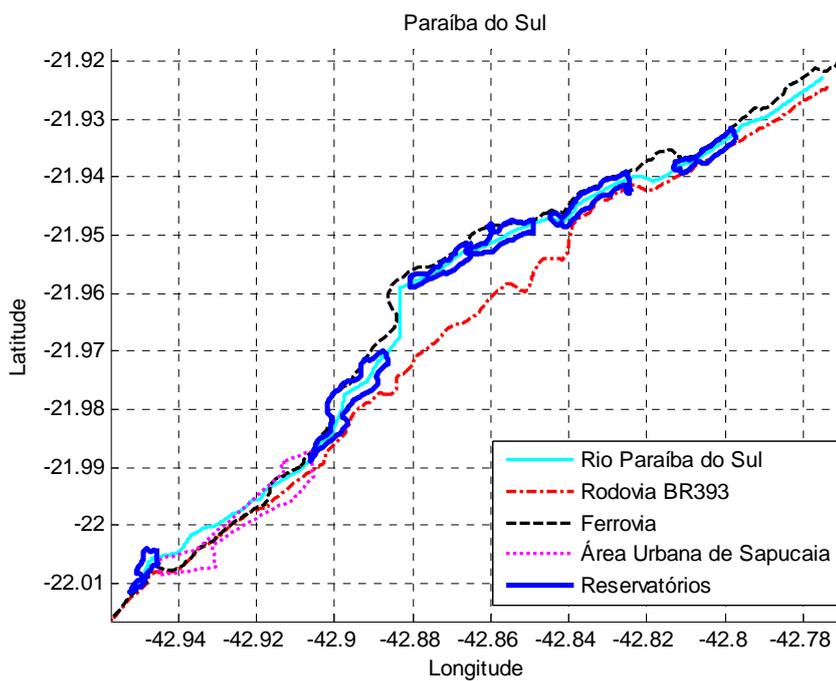


Fig.22 Mapa regional.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

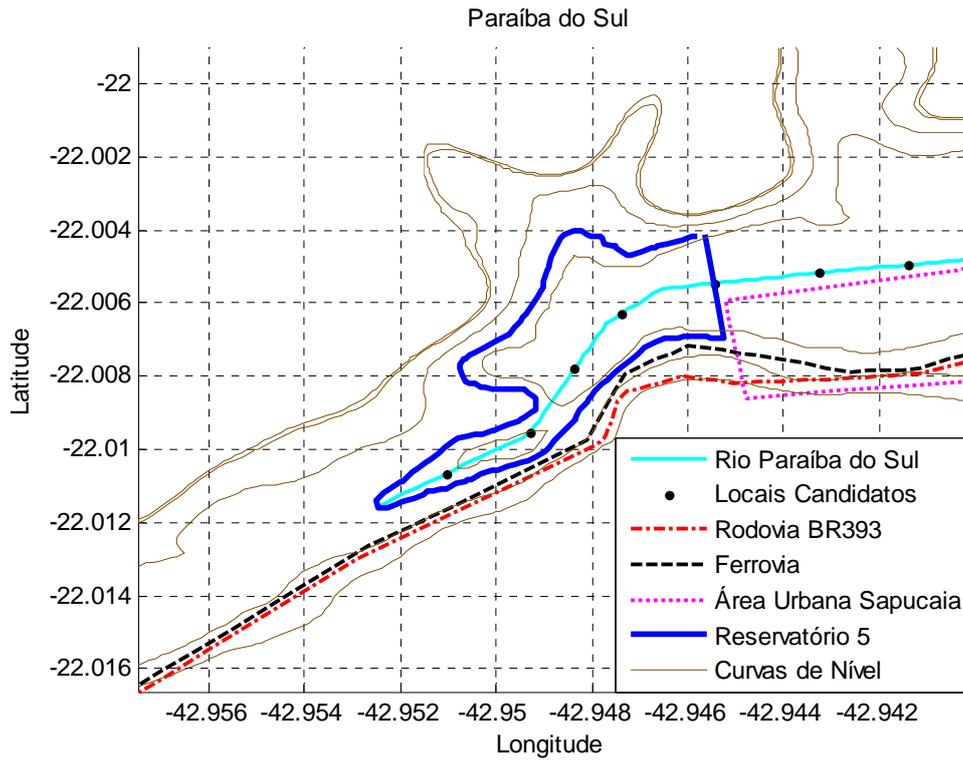


Fig.23 PCH no local 5 e interferências locais⁶.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

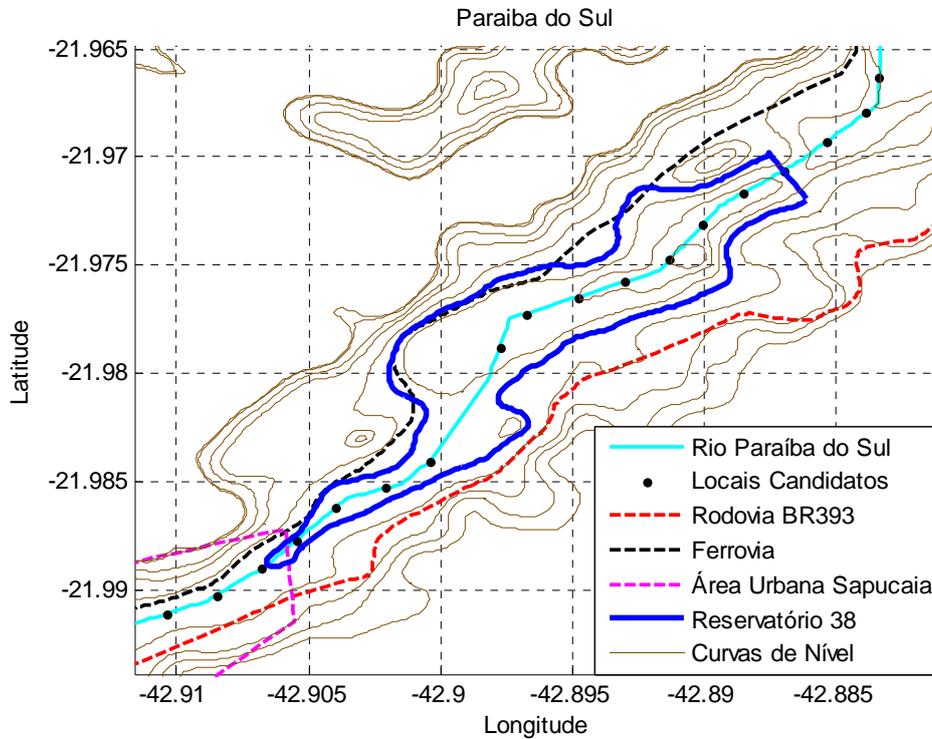


Fig.24 Detalhe da PCH implantada na seção 38 e interferências locais.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

⁶ Nota-se que a área urbana não foi inundada na solução ótima.

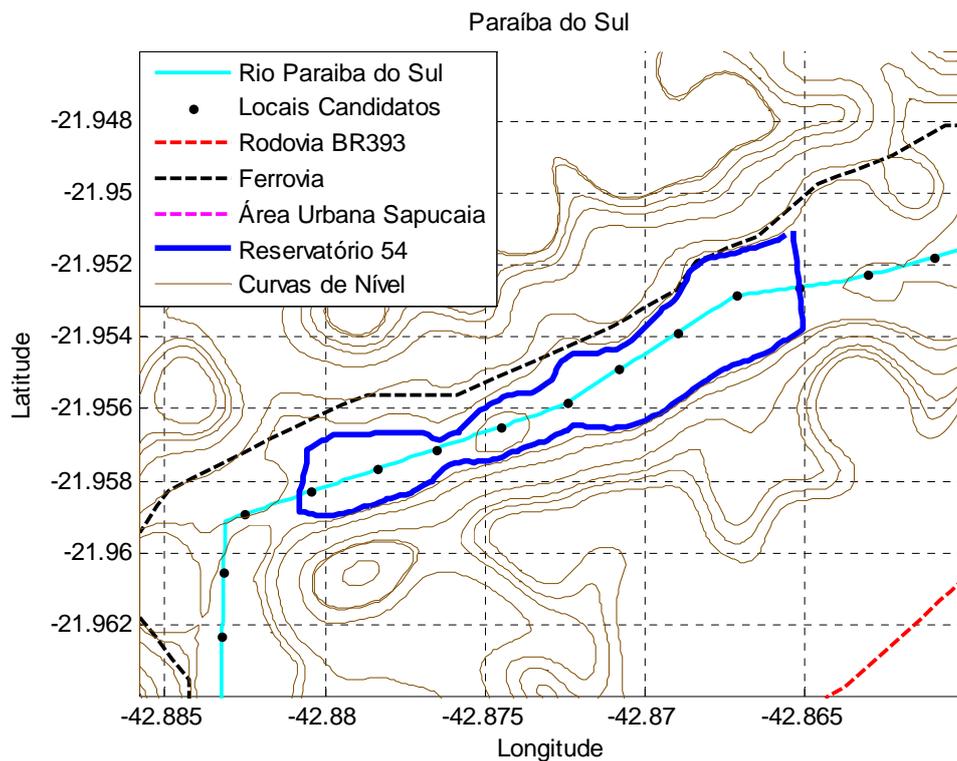


Fig.25 Detalhe da PCH na seção 54 e interferências locais.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

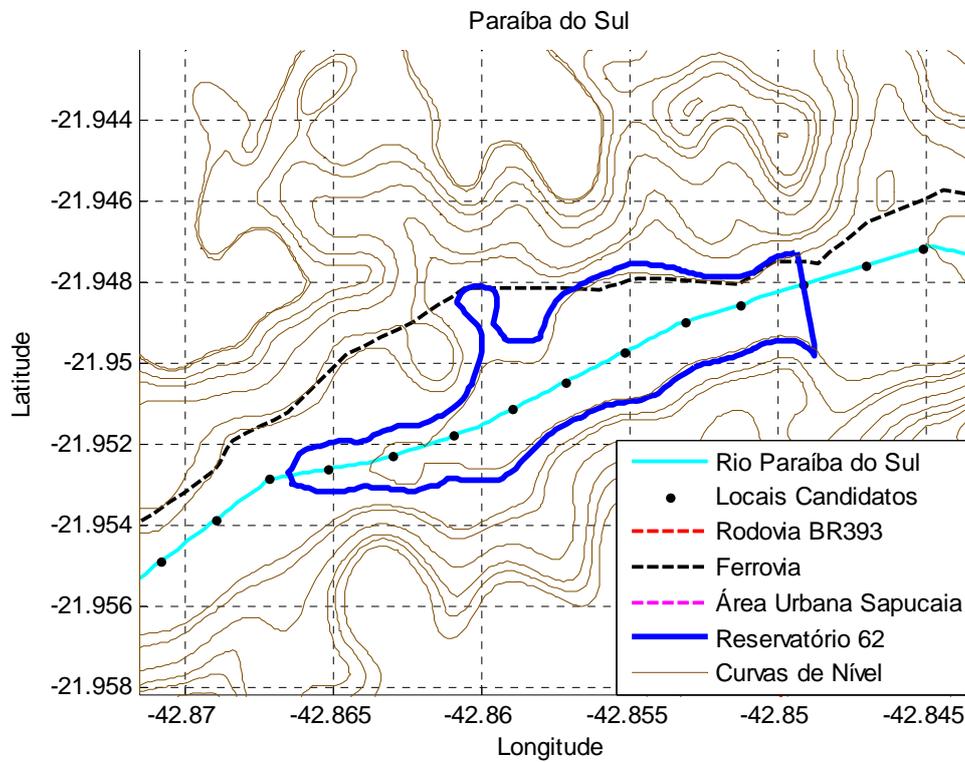


Fig.26 Detalhe da PCH na seção 62 e interferências locais.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

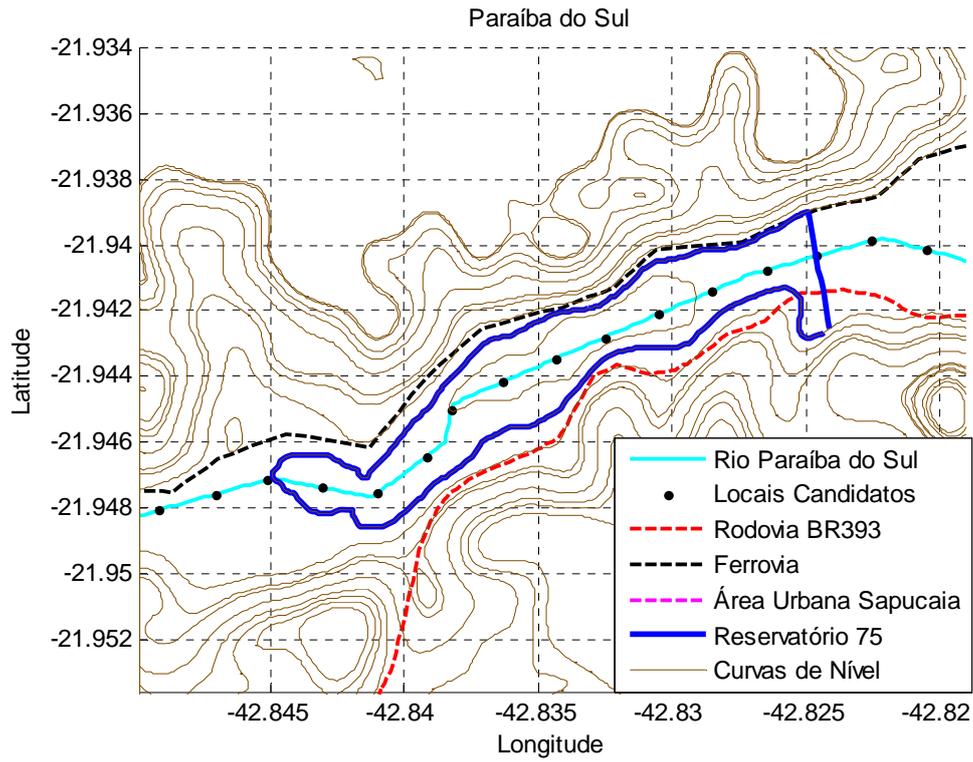


Fig.27 Detalhe da PCH na seção 75 e interferências locais.

Fonte: Elaborado pelo Autor.

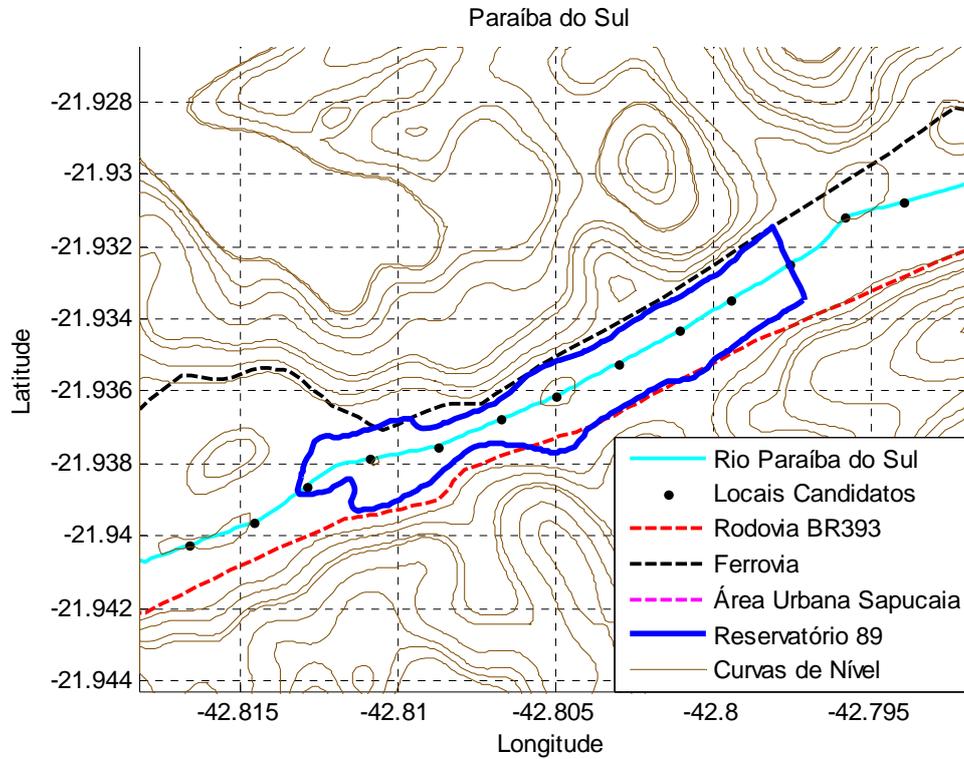


Fig.28 Detalhe da PCH na seção 89 e interferências locais.

Fonte: Elaborado pelo Autor.