



2021

RELATÓRIO DE SEGURANÇA DE  
**BARRAGENS**





**GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ**  
Maria Izolda Cela de Arruda Coelho

**SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS**  
Francisco José Coelho Teixeira

**COMPANHIA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**  
João Lúcio Farias de Oliveira

**DIRETORIA DE OPERAÇÕES**  
Roberto Bruno Moreira Rebouças

**GERÊNCIA DE SEGURANÇA E INFRAESTRUTURA**  
Gerente - Itamara Mary Leite de Menezes Taveira  
Coordenadora - Mikaelle Duarte Mariano  
Amanda Sousa Sampaio  
Brunna Cristina Almeida da Silva  
Daniel Afonso Nunes de Assis  
Francisco Thibério Pinheiro Leitão  
Jada Rebeca de Farias Alves  
Johny Leanderson Lima dos Santos  
José Martins de Andrade  
Lívia Maria de Sousa Pompeu  
Wanderson Hugues de Vasconcelos Pedrosa



# APRESENTAÇÃO

O Relatório Anual de Segurança de Barragens da Cogerh (RASB) tem como objetivo a apresentação das ações realizadas no âmbito do Programa de Gestão de Segurança de Barragens da Companhia, programa este desenvolvido pela Cogerh por meio da Gerência de Segurança e Infraestrutura (Gesin) e Gerências Regionais.

Com a permanência em 2021 da pandemia do Covid-19, o trabalho remoto ainda foi utilizado em diversos períodos do ano. Entretanto, as atividades de campo não foram afetadas, uma vez que já havia adaptação da equipe e da Companhia a esta nova situação.

As informações constantes nesta edição expressam as atuações regidas pela Gesin no ano de 2021. As referidas atuações incluem: Inspeções de Segurança e Diagnóstico, Inspeções de Segurança Regular, monitoramento da instrumentação, classificação das barragens quanto a prioridade de recuperação, fiscalização de contrato de obras de recuperação de barragens e de consultoria, acompanhamento dos indicadores corporativo, setoriais e regionais, treinamentos e desenvolvimento dos Planos de Segurança de Barragens.

Ademais, o RASB 2021 apresenta todo esforço da Gesin e de toda a Cogerh em garantir a segurança das suas barragens e reforça o nosso compromisso em fornecer para a sociedade informações sobre as condições de nossas estruturas

Boa Leitura! Fortaleza, dezembro de 2022.

Gesin

# SEGURANÇA DE BARRAGENS EM NÚMEROS

ANOMALIAS EM BARRAGENS CORRIGIDAS PELAS REGIONAIS

512

HORAS DE CAPACITAÇÃO

986

RELATÓRIOS E NOTAS TÉCNICAS

16

CONTRATOS DE CONSULTORIA FISCALIZADOS

02

OBRAS DE RECUPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

06

INSPEÇÕES DE SEGURANÇA E DIAGNÓSTICO

05

INSPEÇÕES REGULARES REALIZADAS

276

ANOMALIAS IDENTIFICADAS (2º CICLO) EM BARRAGENS ESTADUAIS

1885

TERMO DE REFERÊNCIA ELABORADO

02

RELATÓRIOS DE INSTRUMENTAÇÃO PRODUZIDOS

10

BARRAGENS COM MANUTENÇÃO SATISFATÓRIA

71

VOLUMES DE PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS ELABORADOS

70

# SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS NA COGERH</b>      | <b>10</b> |
| <b>2. INSPEÇÕES DE SEGURANÇA REGULAR</b>                  | <b>12</b> |
| 2.1 Resultados das Inspeções                              | 12        |
| <b>3. AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS BARRAGENS</b>         | <b>20</b> |
| <b>4. INDICADOR SETORIAL E CORPORATIVO</b>                | <b>24</b> |
| 4.1 Indicador Setorial                                    | 24        |
| 4.1.1 Correção de Anomalias em Barragens                  | 24        |
| 4.1.2 Plano de Segurança de Barragens                     | 25        |
| 4.2 Indicador Corporativo                                 | 32        |
| 4.2.1 Percentual de Barragens com Manutenção Satisfatória | 32        |
| <b>5. INSTRUMENTAÇÃO</b>                                  | <b>58</b> |
| <b>6. INVESTIMENTOS</b>                                   | <b>66</b> |
| <b>7. EVENTOS E TREINAMENTOS</b>                          | <b>68</b> |
| <b>8. CONCLUSÕES</b>                                      | <b>72</b> |

# 1. GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS NA COGERH

A Gerência de Segurança e Infraestrutura tem como objetivo principal desenvolver o Programa de Gestão de Segurança de Barragens em seus três eixos de atuação: monitoramento, gestão de riscos e recuperação de barragens. Alinhando a Companhia de Gestão de Recursos Hídricos à Lei nº 12334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), alterada pela Lei 14.066/2020, e demais normas e legislações vigentes.

A Cogerh acompanha continuamente 156 barragens distribuídas nas 12 bacias hidrográficas do Estado do Ceará, sendo empreendedora de 89 destas (Figura 1). As demais barragens são empreendimentos federais, municipais ou particulares, em sua maior parte são do tipo barragens de terra, como pode ser verificado no gráfico 1.

Figura 1 - Mapa de Barragens do Estado



Gráfico 1 - Tipos de Barragens



A Gesin monitora, analisa e orienta a Gestão de Segurança de Barragens na Companhia, por meio das Inspeções de Segurança, Instrumentação de Barragens, Metodologia de Priorização e Obras de Recuperação.

Nesse contexto, considerando a distribuição dos reservatórios, de modo a melhor gerir os recursos hídricos, a Companhia adota um sistema descentralizado de gestão, através de Gerências Regionais, as quais dão o suporte ao programa de segurança de barragens, através dos técnicos responsáveis pela gestão e pelo Agente de Guarda e Inspeção de Reservatório – Agir.

Por conseguinte, as ações da Gesin são acompanhadas regularmente através de indicadores setoriais e corporativo. Estas são ferramentas utilizadas pela companhia para acompanhar a sua efetividade, a eficiência e a eficácia, bem como estimular o alcance dos seus objetivos estratégicos, de modo a se atingir uma gestão de excelência no que se refere a segurança de barragens.

## 2. INSPEÇÕES DE SEGURANÇA REGULAR

A execução de Inspeções de Segurança Regulares (ISR) são fundamentais para implementação dos instrumentos previstos na PNSB. Através dos responsáveis técnicos das regionais, capacitados pela Gesin, são aplicados checklist padronizados para a Inspeção de Segurança Regular – ISR, estas são realizadas em dois ciclos de inspeção visual das estruturas, sendo o primeiro nos meses de dezembro e janeiro e o segundo em junho e julho, correspondente aos períodos antes e depois da quadra chuvosa.

As inspeções avaliam as condições físicas das barragens e têm como finalidade identificar a anomalia, localização, evolução, responsabilidade pela correção e sua gravidade para segurança da estrutura. Estas inspeções são, portanto, de alta relevância para a detecção de anomalias e perigos iminentes, auxiliando na definição, em fase posterior, das medidas preventivas e corretivas a serem tomadas.

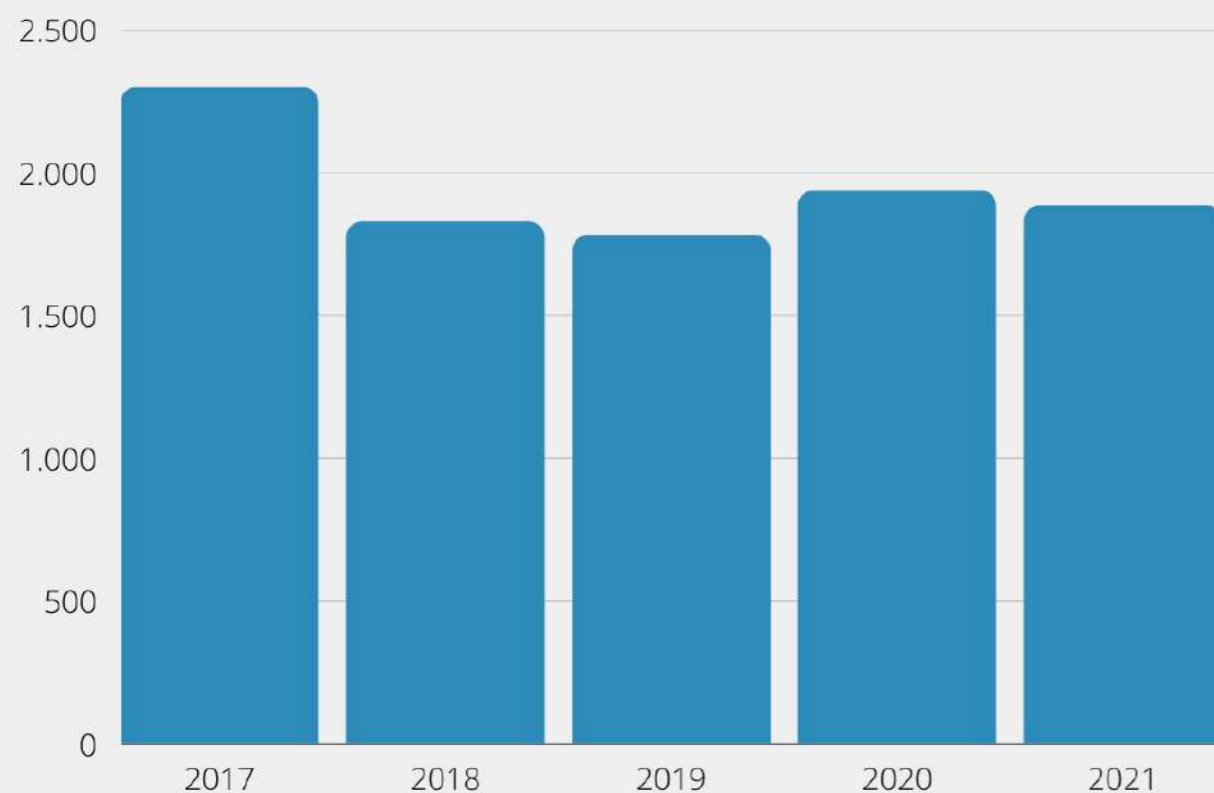
As inspeções permitem gerar as informações necessárias para desenvolvimento do planejamento e execução de manutenção e recuperação das barragens. A correção de anomalias classificadas com magnitude pequena (P) e média (M), são realizadas pelos Agirs e gerências regionais, já aquelas classificadas com magnitude grande (G), são acompanhadas e corrigidas pela Gerência de Segurança e Infraestrutura ou pela Gerência de Manutenção, esta última quando se referente aos equipamentos hidromecânicos.

### 2.1 RESULTADO DAS INSPEÇÕES

O segundo ciclo de inspeções é o norteador quanto aos dados a serem trabalhados na gestão das barragens. A partir deste ano as regionais passaram a elaborar, o Relatório de Inspeção de Segurança Regular, documento este que deve ser anualmente encaminhado ao órgão fiscalizador, no Ceará, a Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH. Após a validação da Gesin, as inspeções são cadastradas no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB, administrado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA.

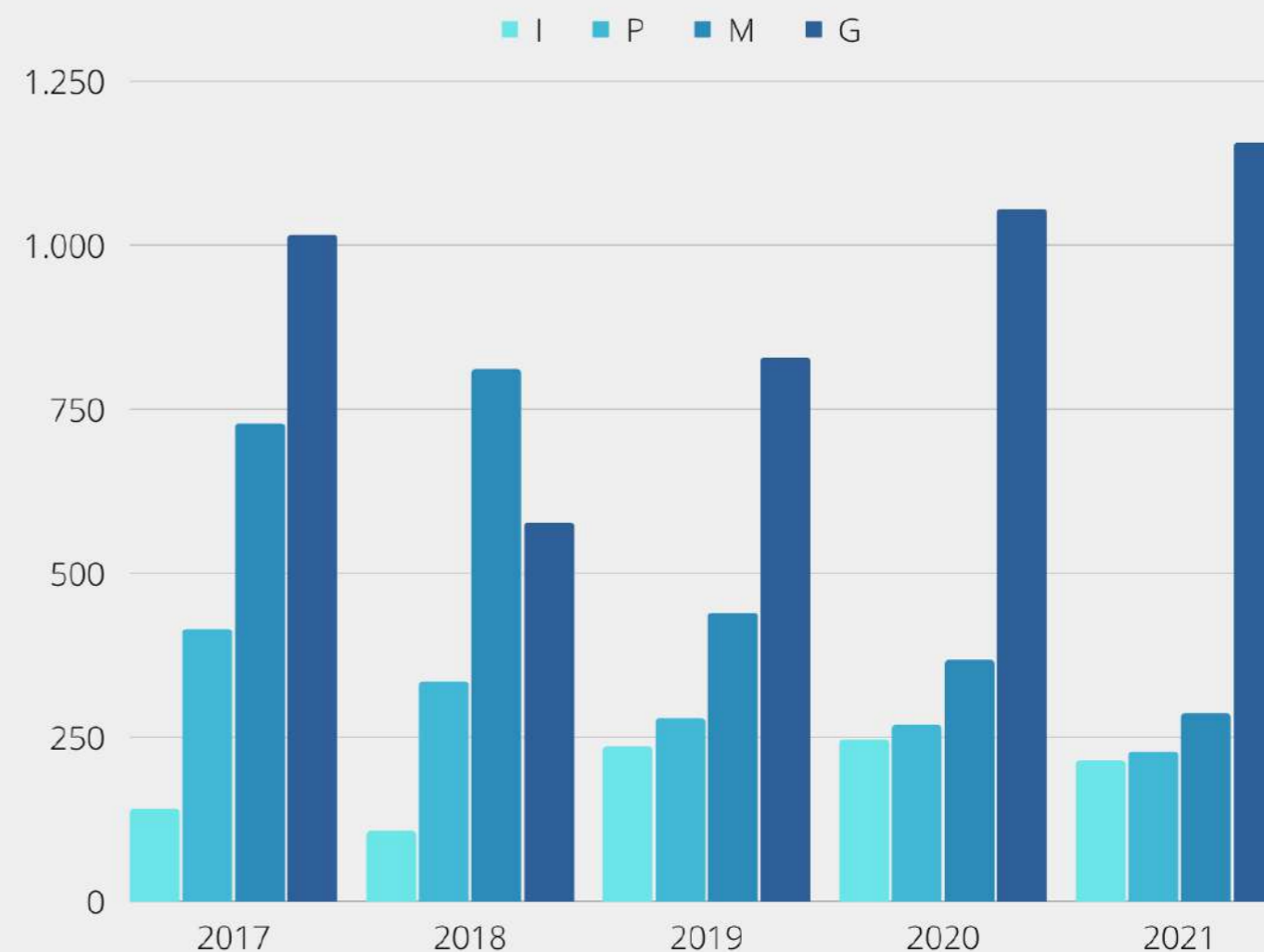
No ano de 2021, por meio da aplicação da ficha de inspeção, foram realizadas 276 inspeções regulares. O segundo ciclo de inspeções realizado nas 89 barragens estaduais identificou 1885 anomalias, classificando-as quanto a Situação Atual (ST), em relação ao item inspecionado, a Magnitude (MG), que atribui a responsabilidade pela correção da anomalia e o Nível de Perigo (NP), que quantifica o nível de perigo causado pela anomalia. Assim, 1156 tiveram magnitude Grande, 286 Média, 228 Pequena e 215 Insignificante.

Gráfico 2 - Quantidade de Anomalias por ano



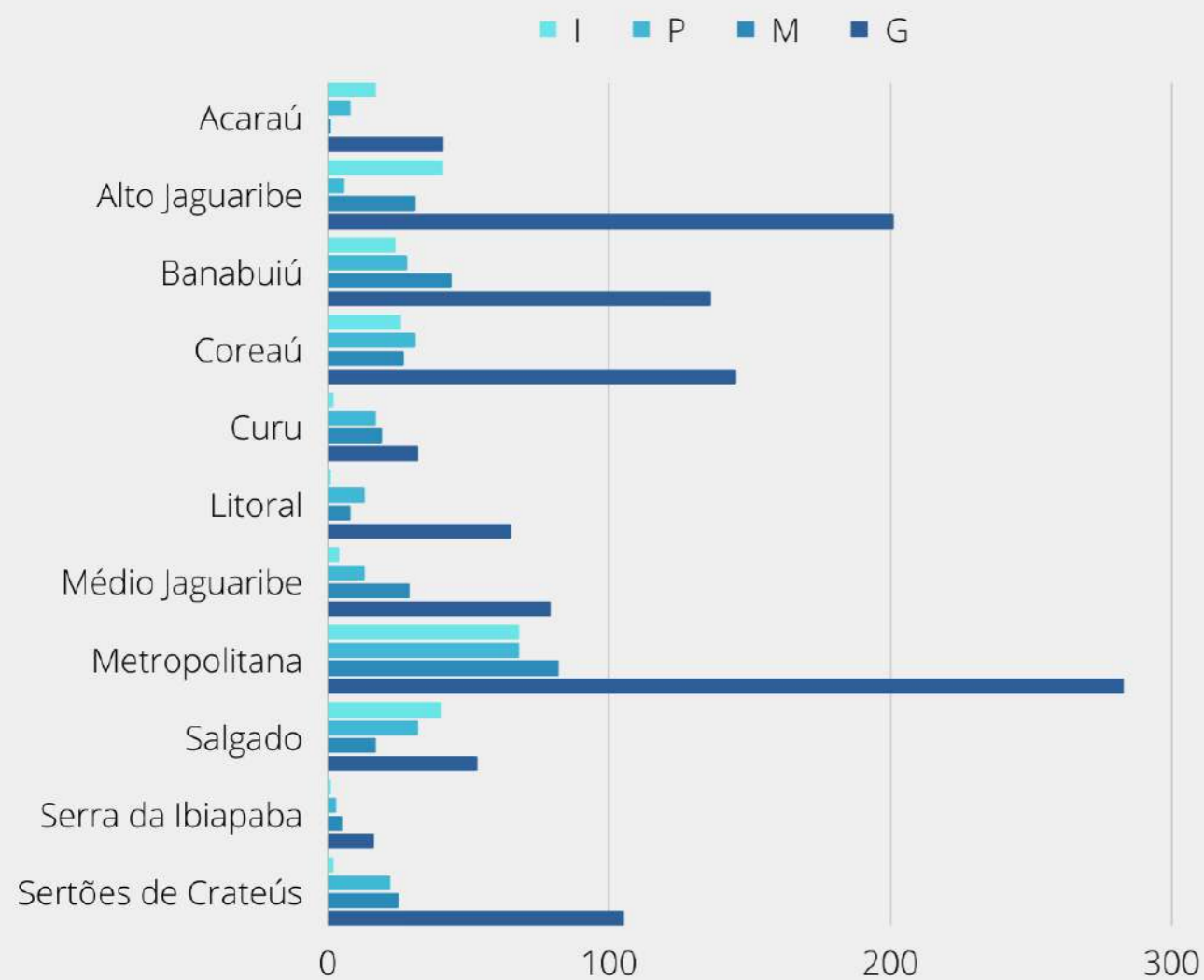
É possível observar, uma mudança na configuração da distribuição quanto a magnitude, verifica-se que há uma tendência de aumento nas anomalias identificadas com magnitude G o que demonstrou um acréscimo de quase 10% para o ano indicado, isso pode estar ocorrendo pelo aumento real da magnitude das anomalias ou pela mudança no entendimento quanto a capacidade de resolução por parte das regionais. Contudo, observa-se uma constância quanto ao número geral de anomalias, ao longo dos anos. Outro ponto de destaque é que mesmo considerando os efeitos da pandemia da Covid-19, em seu segundo ano consecutivo, no âmbito da gestão de segurança de barragens, as ações de correção e manutenção da Companhia foram mantidas. O gráfico 3 apresenta quantidade de anomalias por magnitude nos últimos cinco anos.

Gráfico 3 - Quantidade de Anomalias por Magnitudes



Em relação a distribuição das anomalias por bacia hidrográfica, destaca-se a Bacia Metropolitana que possui a maior quantidade de barragens estaduais, registrando assim o maior número de anomalias, 506, o que representa cerca de 27% do total registrado, e também possui a maior quantidade de anomalias com magnitude G, seguida pelas Bacias do Alto Jaguaribe, Bacia do Coreaú, Bacia do Banabuiú e Sertões de Crateús, todas com registros acima de 100 anomalias.

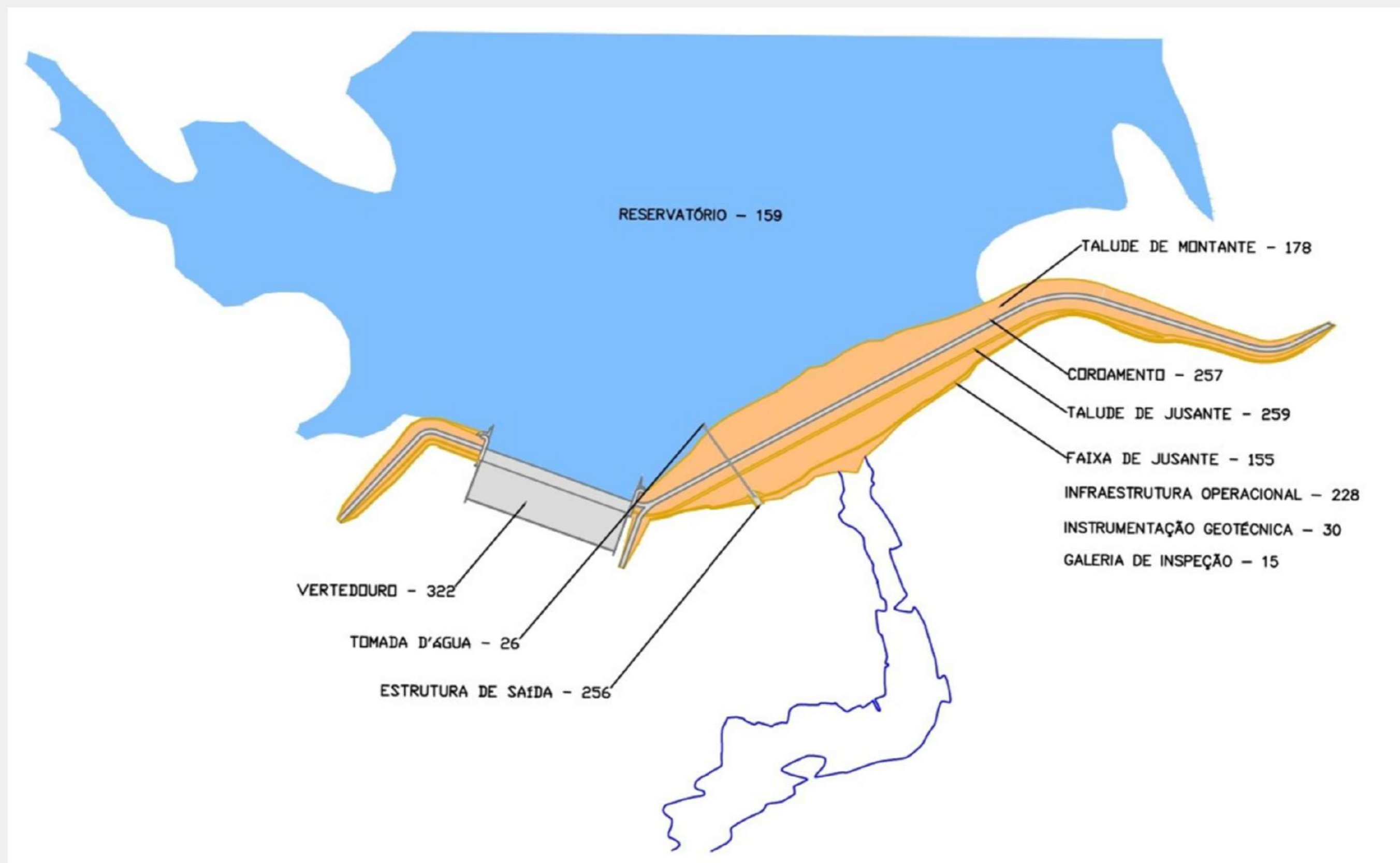
Gráfico 4 - Quantidade de Anomalias por Bacia Hidrográfica



Dentre as anomalias mais recorrentes, cita-se: árvores e arbustos; erosões; deterioração, rachaduras, sinais de fadiga ou perda de resistência na superfície do concreto; defeitos na drenagem; defeitos no meio-fio e falta ou deficiência nas placas de aviso.

Ao analisarmos a distribuição das anomalias na estrutura física das barragens (Figura 2), é possível evidenciar que há uma maior concentração na área do vertedouro. Infraestrutura operacional, coroamento, talude de jusante e estrutura de saída também registraram números significativos, possivelmente devido as precipitações registradas em 2021, anômala a situação de seca dos últimos anos.

Figura 2 - Quantidade anomalias por estrutura



### 3. AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS BARRAGENS

A partir dos resultados das ISRs, com base no somatório dos produtos obtidos por atribuição de pesos distintos aos níveis de perigo, as barragens são classificadas quanto ao Nível de Priorização para Recuperação – NPR.

Tabela 1 – Pesos dos Níveis de Perigo

| NÍVEL DE PERIGO  | PESO |
|------------------|------|
| NPO (nenhum)     | 0    |
| NP1 (atenção)    | 1    |
| NP2 (alerta)     | 4    |
| NP3 (emergência) | 9    |

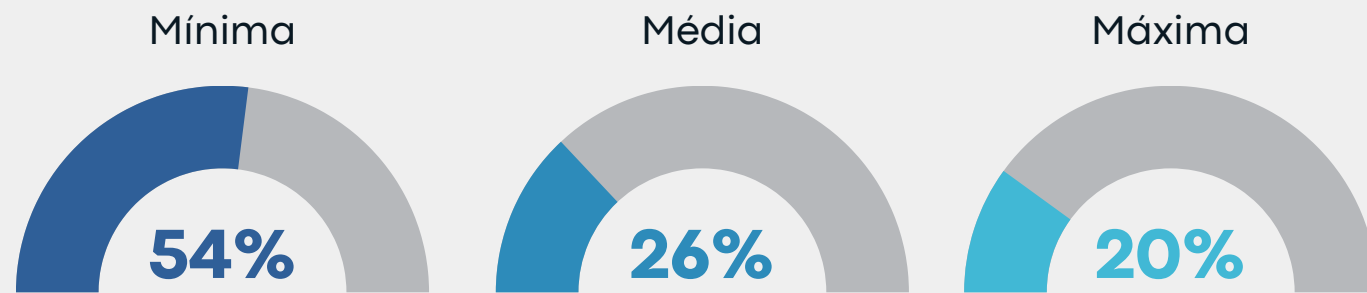
Fonte: Fontenelle, 2007.

Tabela 2 – Nível de Priorização para Recuperação

|              |                     |              |
|--------------|---------------------|--------------|
| $NPR \geq 9$ | $8 \geq NPR \geq 4$ | $NPR \leq 3$ |
| MÁXIMO       | MÉDIO               | MÍNIMO       |

Através desse resultado é possível quantificar a hierarquização das barragens com prioridade de recuperação, para o ano seguinte (Gráfico 5). Assim, 48 barragens foram classificadas com prioridade mínima, 23 barragens com prioridade média e 18 barragens com prioridade máxima (Figura 3). Em destaque para a Bacia Metropolitana que registrou 5 barragens com NPR máximo, e as bacias do Alto Jaguaribe e Litoral com 3 barragens cada. Perfazendo assim, um total de 79,78% de barragens com manutenção satisfatória.

Gráfico 5 – Classificação das Barragens quanto à priorização para recuperação



As barragens com nível de priorização máxima foram: Acarape do meio, Acioli, Angicos, Batente, Caldeirões, Jaburu I, Missi, Pacajus, Pau Preto, Penedo, Poço Verde, Potiretama, Quandú, Rivaldo de Carvalho, São José III, Sucesso, Trapiá III, Trapiá II.

#PORTALHIDROLÓGICO

Clique [aqui](#) para acessar a classificação ou aponte o celular para o QR Code ao lado.

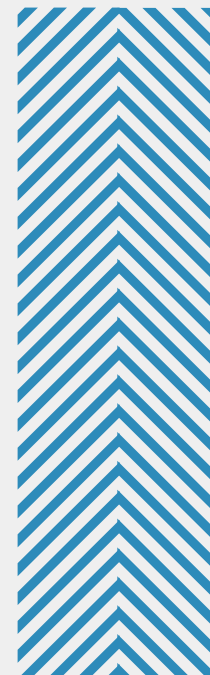
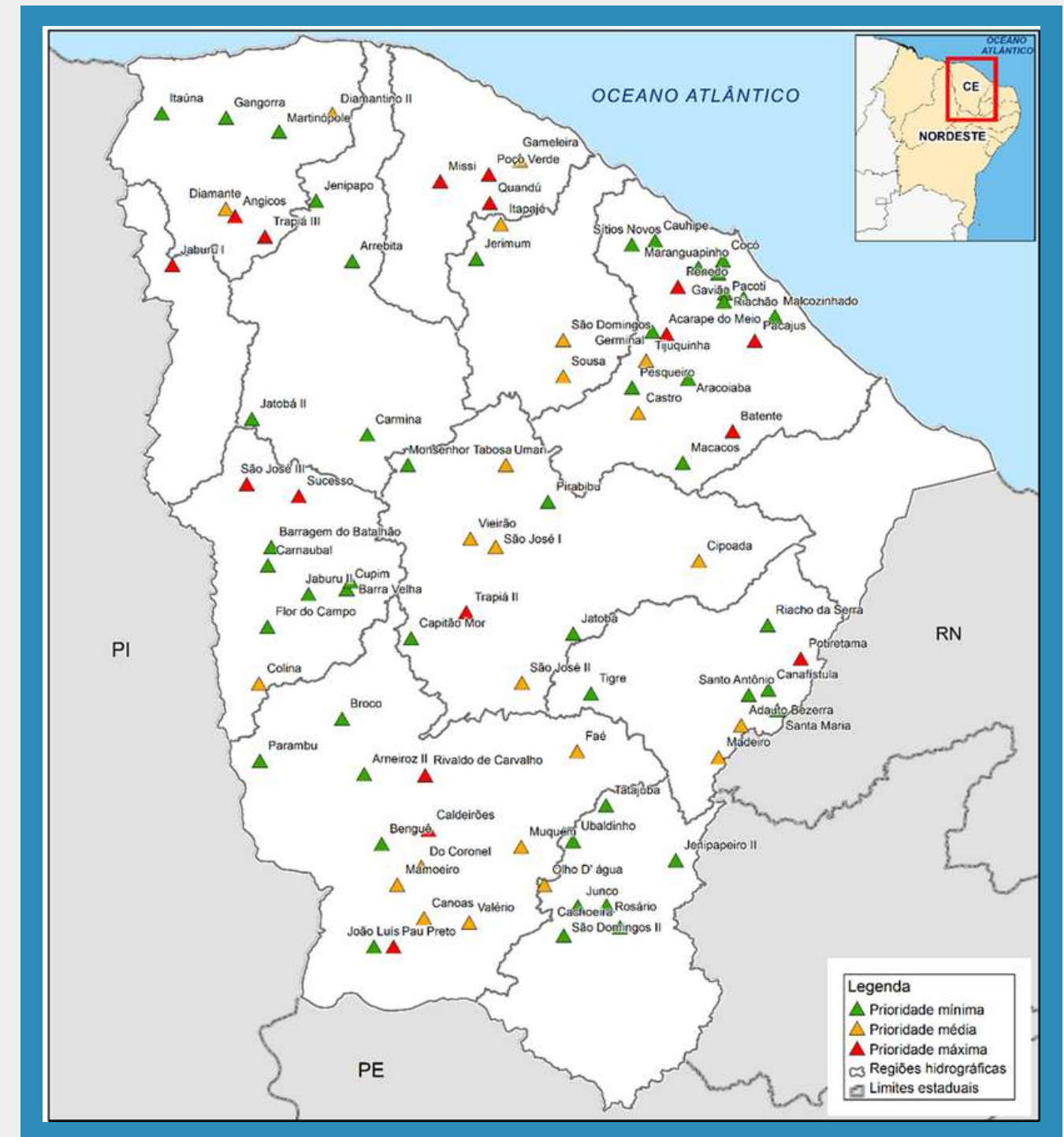


Figura 3 – Classificação das Barragens quanto à priorização para recuperação



Todos estes dados referentes as fichas de inspeção das ISR, quanto a classificação de priorização das barragens pode ser acessada no Portal Hidrológico do Ceará, através do [www.hidro.ce.gov.br](http://www.hidro.ce.gov.br)



## 4. INDICADOR SETORIAL E CORPORATIVO

A Gesin é responsável pela integração desses dados que estão atrelados a alguns dos indicadores setoriais e corporativos da Companhia, acompanhados pela Diretoria de Operações, e mensalmente são demonstrados no Fórum de Avaliação e Gestão – FAG.

### 4.1 INDICADOR SETORIAL

#### 4.1.1 Correção de Anomalias em Barragens

O indicador setorial/regional de correção de anomalias tem por finalidade alcançar a meta de 65% de resolução, em cada barragem, de anomalias com magnitude P e M, estas possuem pesos distintos, 0,5 e 1,0, respectivamente. Em 2020 foram identificadas 624 anomalias e corrigidas 512, com uma repercussão ao final de 2021 de 79,74% geral de correções, e todas as barragens atingiram a meta (Gráfico 7).

Gráfico 6 - Quantidade de Anomalias verificadas por Bacia Hidrográfica

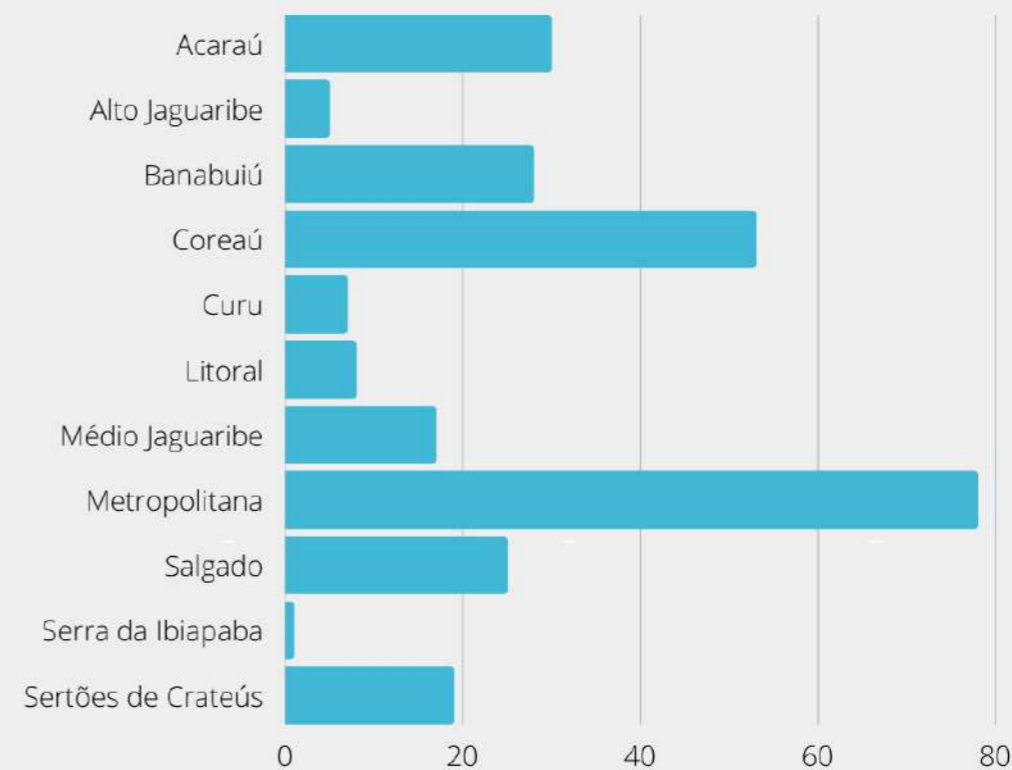


Gráfico 7 - Quantidade de Anomalias corrigidas por Bacia Hidrográfica



### 4.1.2 Plano de Segurança de Barragens

Outro indicador setorial desenvolvido e instrumento da Política Nacional de Segurança de Barragens, é a elaboração e atualização do Plano de Segurança de Barragens – PSB. A Gesin iniciou um processo interno com objetivo de desenvolver 4 volumes que compõe o PSB, para os empreendimentos sob sua responsabilidade, são eles:

- Volume I - Informações Gerais da Barragem;
- Volume II - Documentação Técnica do Empreendimento;
- Volume III - Planos e Procedimentos;
- Volume IV - Registros e Controles.

Vale ressaltar que o PSB é composto por 6 volumes, entretanto para a elaboração dos dois últimos, Volume V - Revisão Periódica de Segurança da Barragem e Volume VI - Plano de Ação de Emergência, será necessária contratação de consultoria especializada.

Desta forma, há um universo de 67 barragens que corresponde às estruturas as quais a companhia possui documentação técnica suficiente para a elaboração dos planos. A projeção é a realização dos quatro volumes destas, perfazendo assim um total de 268 unidades.

Com o processo iniciado em 2019 (Gráfico 8), a Gesin vem desenvolvendo os volumes iniciais do PSB. No primeiro ano foram produzidas 51 unidades, correspondentes ao Volume I.



Já em 2020 (Gráfico 9) foram elaboradas 83 unidades, distribuídas entre os volumes I, II, III e IV, com 16, 35, 20, 12 unidades, respectivamente:



No ano de 2021 (Gráfico 10), 70 unidades foram realizadas, correspondentes aos volumes II, III e IV, com 16, 28, 26 unidades, respectivamente:



Assim, nos últimos três anos foram elaborados um total de 204 unidades (Tabela 3), com um acumulado de 76%.

Em julho de 2021 foi finalizado o contrato firmado em março de 2020 entre a Cogerh e a empresa Geoprojetos Engenharia LTDA, que tinha como objeto a contratação de serviços especializados em engenharia para elaboração dos Planos de Segurança das Barragens Jaburu I, Jaburu II e Batalhão. Através desse contrato a companhia obteve os primeiros Planos de Segurança completos que foram enviados à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, responsável pela fiscalização das três referidas barragens.

Tabela 3 - Lista de Barragens e seus volumes PSB produzidos

| BARRAGEM    | BACIA             | VOL. 1 | VOL. 2 | VOL. 3 | VOL. 4 | VOL. 5 | VOL. 6 |
|-------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Arrebita    | Acaraú            | ✓      | ✓      | ✓      | ✓      |        |        |
| Carmina     | Acaraú            | ✓      | ✓      | ✓      | ✓      |        |        |
| Jatobá II   | Acaraú            | ✓      | ✓      | ✓      | ✓      |        |        |
| Jenipapo    | Acaraú            | ✓      | ✓      |        |        |        |        |
| Arneiroz II | Alto Jaguaribe    | ✓      | ✓      | ✓      | ✓      |        |        |
| Benguê      | Alto Jaguaribe    | ✓      | ✓      | ✓      | ✓      |        |        |
| Canoas      | Alto Jaguaribe    | ✓      | ✓      | ✓      | ✓      |        |        |
| Do Coronel  | Alto Jaguaribe    | ✓      |        |        |        |        |        |
| Faé         | Alto Jaguaribe    | ✓      | ✓      | ✓      |        |        |        |
| Mamoeiro    | Alto Jaguaribe    | ✓      | ✓      | ✓      | ✓      |        |        |
| Muquém      | Alto Jaguaribe    | ✓      | ✓      | ✓      | ✓      |        |        |
| Parambu     | Alto Jaguaribe    | ✓      | ✓      | ✓      | ✓      |        |        |
| Jaburu I    | Serra da Ibiapaba | ✓      | ✓      | ✓      | ✓      | ✓      | ✓      |

| BARRAGEM         | BACIA          | VOL. 1 | VOL. 2 | VOL.3 | VOL.4 | VOL.5 | VOL.6 |
|------------------|----------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Valério          | Alto Jaguaribe | ✓      |        |       |       |       |       |
| Capitão Mor      | Banabuiú       | ✓      |        |       |       |       |       |
| Cipoda           | Banabuiú       | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Jatobá           | Banabuiú       | ✓      |        |       |       |       |       |
| Monsenhor Tabosa | Banabuiú       | ✓      | ✓      | ✓     |       |       |       |
| Pirabibu         | Banabuiú       | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| São José I       | Banabuiú       | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Trapiá II        | Banabuiú       | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Umari            | Banabuiú       | ✓      | ✓      | ✓     |       |       |       |
| Vieirão          | Banabuiú       | ✓      |        |       |       |       |       |
| Angicos          | Coreaú         | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Diamantino II    | Coreaú         | ✓      |        |       |       |       |       |
| Gangorra         | Coreaú         | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Itaúna           | Coreaú         | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Itapajé          | Curu           | ✓      | ✓      | ✓     |       |       |       |

| BARRAGEM        | BACIA           | VOL. 1 | VOL. 2 | VOL.3 | VOL.4 | VOL.5 | VOL.6 |
|-----------------|-----------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Jerimum         | Curu            | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| São Domingos    | Curu            | ✓      |        |       |       |       |       |
| Sousa           | Curu            | ✓      | ✓      | ✓     |       |       |       |
| Gameleira       | Litoral         | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Missi           | Litoral         | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Quandü          | Litoral         | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Adauto Bezerra  | Médio Jaguaribe | ✓      |        |       |       |       |       |
| Canafistula     | Médio Jaguaribe | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Madeiro         | Médio Jaguaribe | ✓      |        |       |       |       |       |
| Potiretama      | Médio Jaguaribe | ✓      |        |       |       |       |       |
| Riacho da Serra | Médio Jaguaribe | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Santa Maria     | Médio Jaguaribe | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Tigre           | Médio Jaguaribe | ✓      |        |       |       |       |       |

| BARRAGEM        | BACIA         | VOL. 1 | VOL. 2 | VOL.3 | VOL.4 | VOL.5 | VOL.6 |
|-----------------|---------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Acarape do Meio | Metropolitana | ✓      |        |       |       |       |       |
| Aracoiaba       | Metropolitana | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Batente         | Metropolitana | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Castro          | Metropolitana | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Catucinzenta    | Metropolitana | ✓      | ✓      | ✓     |       |       |       |
| Cauhipe         | Metropolitana | ✓      | ✓      | ✓     |       |       |       |
| Cocó            | Metropolitana | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Germinal        | Metropolitana | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Macacos         | Metropolitana | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Malcozinhado    | Metropolitana | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Maranguapinho   | Metropolitana | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Pacajus         | Metropolitana | ✓      |        |       |       |       |       |
| Pacoti          | Metropolitana | ✓      | ✓      |       |       |       |       |
| Penedo          | Metropolitana | ✓      |        |       |       |       |       |
| Pesqueiro       | Metropolitana | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |

| BARRAGEM             | BACIA              | VOL. 1 | VOL. 2 | VOL.3 | VOL.4 | VOL.5 | VOL.6 |
|----------------------|--------------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Riachão              | Metropolitana      | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Sítios Novos         | Metropolitana      | ✓      | ✓      | ✓     |       |       |       |
| Tijuquinha           | Metropolitana      | ✓      |        |       |       |       |       |
| Cachoeira            | Salgado            | ✓      | ✓      | ✓     |       |       |       |
| Jenipapeiro II       | Salgado            | ✓      | ✓      |       |       |       |       |
| Olho D'água          | Salgado            | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Rosário              | Salgado            | ✓      | ✓      | ✓     |       |       |       |
| Tatajuba             | Salgado            | ✓      |        |       |       |       |       |
| Ubalzinho            | Salgado            | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Barra Velha          | Sertões de Crateús | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Barragem do Batalhão | Sertões de Crateús | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Flor do Campo        | Sertões de Crateús | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     |       |       |
| Jaburu II            | Sertões de Crateús | ✓      | ✓      | ✓     | ✓     | ✓     | ✓     |
| Sucesso              | Sertões de Crateús | ✓      |        |       |       |       |       |

## 4.2 Indicador Corporativo

### 4.2.1 Percentual de Barragens com Manutenção Satisfatória

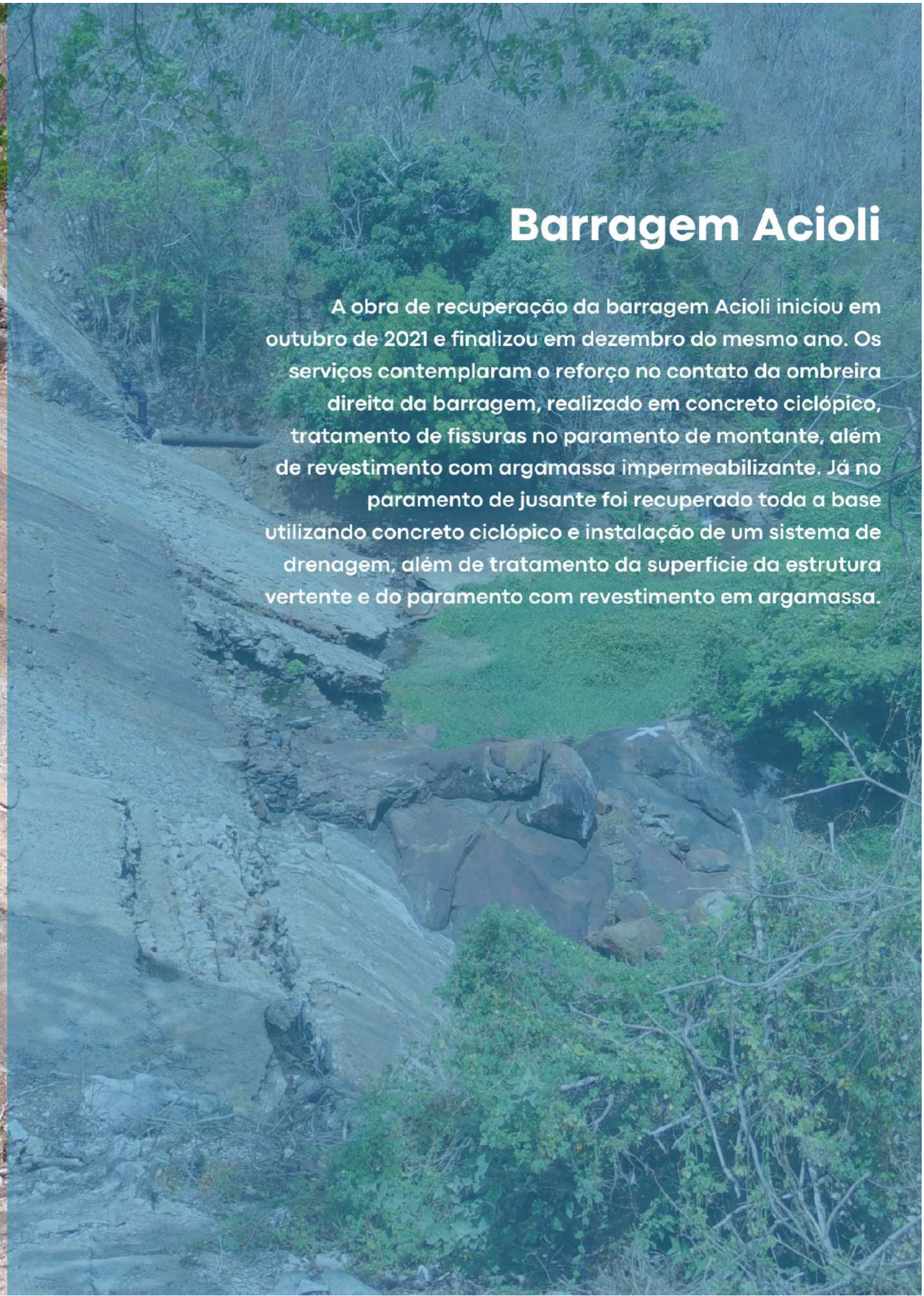
Quanto ao indicador corporativo este tem como objetivo alcançar uma meta de 85% das barragens estaduais com NPR médio ou mínimo. A aplicação da metodologia de priorização de intervenção tem como finalidade a correção das anomalias nas barragens identificadas com o Nível de Priorização para Recuperação - NPR, máximo. Desta forma, para fins de licitação e contratação pública são realizadas inspeções para diagnóstico das anomalias identificadas, elaboração do projeto básico, especificações técnicas, definição dos serviços e orçamentos para as obras de recuperação.

Desta forma, 19 barragens obtiveram NPR máximo, e foram executadas obras de recuperação em 4 barragens: Acioli, Missi, Pau Preto e São Domingos II, atingindo assim o percentual de 85,39% de barragens com manutenção satisfatória.



## Barragem Acioli

A obra de recuperação da barragem Acioli iniciou em outubro de 2021 e finalizou em dezembro do mesmo ano. Os serviços contemplaram o reforço no contato da ombreira direita da barragem, realizado em concreto ciclópico, tratamento de fissuras no paramento de montante, além de revestimento com argamassa impermeabilizante. Já no paramento de jusante foi recuperado toda a base utilizando concreto ciclópico e instalação de um sistema de drenagem, além de tratamento da superfície da estrutura vertente e do paramento com revestimento em argamassa.





Após a recuperação



## Barragem Missi

Na barragem Missi a obra ocorreu entre os meses de novembro de 2021 e janeiro de 2022, na ocasião foi realizada concretagem no contato do muro ala direito do vertedor, com a finalidade de corrigir um descolamento identificado nas inspeções de segurança regular. Além disso, foram recuperadas o sistema de drenagem superficial da barragem e o revestimento primário do coroamento, também foram instaladas cercas na área de proteção à jusante da barragem.



Após a recuperação



## Barragem Pau Preto

Na barragem Pau Preto a obra foi iniciada em fevereiro de 2021 e prosseguiu até maio de 2021. A recuperação contemplou a correção de erosões no talude de jusante através de aterro compactado, instalação de meio-fio e recuperação do revestimento primário do coroamento. Também foram instaladas cercas na área de proteção da barragem e limpeza geral dos taludes, região a jusante e canal de restituição. Devido ao alto nível d'água no reservatório durante o ano de 2021, não foi possível fazer as correções previstas para as estruturas do sangradouro, onde existe um descalçamento na base do muro ala no canal de aproximação, por isso segue na listagem de priorização e a conclusão dos serviços está incluída em novo contrato de obras públicas a ser efetivado em 2022.



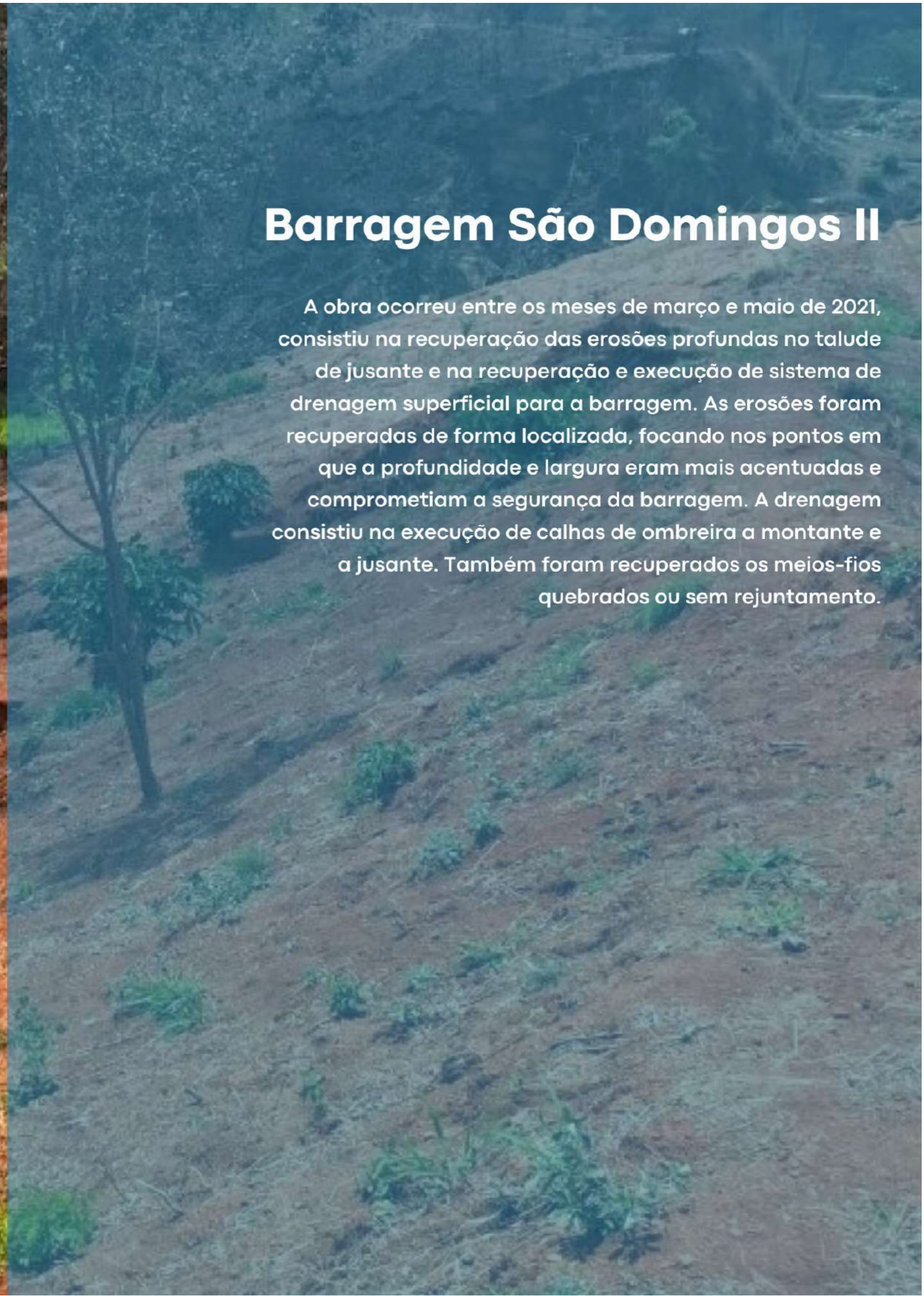


Após a recuperação



## Barragem São Domingos II

A obra ocorreu entre os meses de março e maio de 2021, consistiu na recuperação das erosões profundas no talude de jusante e na recuperação e execução de sistema de drenagem superficial para a barragem. As erosões foram recuperadas de forma localizada, focando nos pontos em que a profundidade e largura eram mais acentuadas e comprometiam a segurança da barragem. A drenagem consistiu na execução de calhas de ombreira a montante e a jusante. Também foram recuperados os meios-fios quebrados ou sem rejuntamento.





Após a recuperação

Além destas barragens outras duas barragens, após Inspeção de Segurança e Diagnóstico realizada pela Gesin, passaram por recuperação:

### **Barragem Gavião**

A obra foi executada entre os meses de janeiro e março de 2021, consistindo em uma intervenção na área de jusante da barragem, com objetivo de reestabelecer o escoamento no antigo leito do rio natural e eliminar o acúmulo d'água próximo ao pé do talude de jusante. Foi escavado um canal para escoamento ligando a área alagada no pé da barragem com o canal de restituição do sangradouro de forma a eliminar o acúmulo de água. Também foi incluído a limpeza e recuperação da valeta de drenagem subsuperficial e da canaleta interceptora das ombreiras.

Ao final da intervenção concluiu-se que, devido ao extenso assoreamento que afeta o canal do rio Cocó, será necessário intervenção de maior porte e custo elevado, além de estudos detalhados para comprovar sua efetividade. Tendo em vista a contratação próxima do Plano de Segurança da Barragem (PSB), que inclui estudos previstos na Revisão Periódica e uma Inspeção de Segurança Especial que devem indicar recomendações de melhorias a implementar para reforço da segurança da barragem e estimativa preliminar dos custos e prazos para implantação das recomendações, a Cogerh realizará outras intervenções na barragem Gavião após a contratação e recebimento completo dos produtos do PSB.

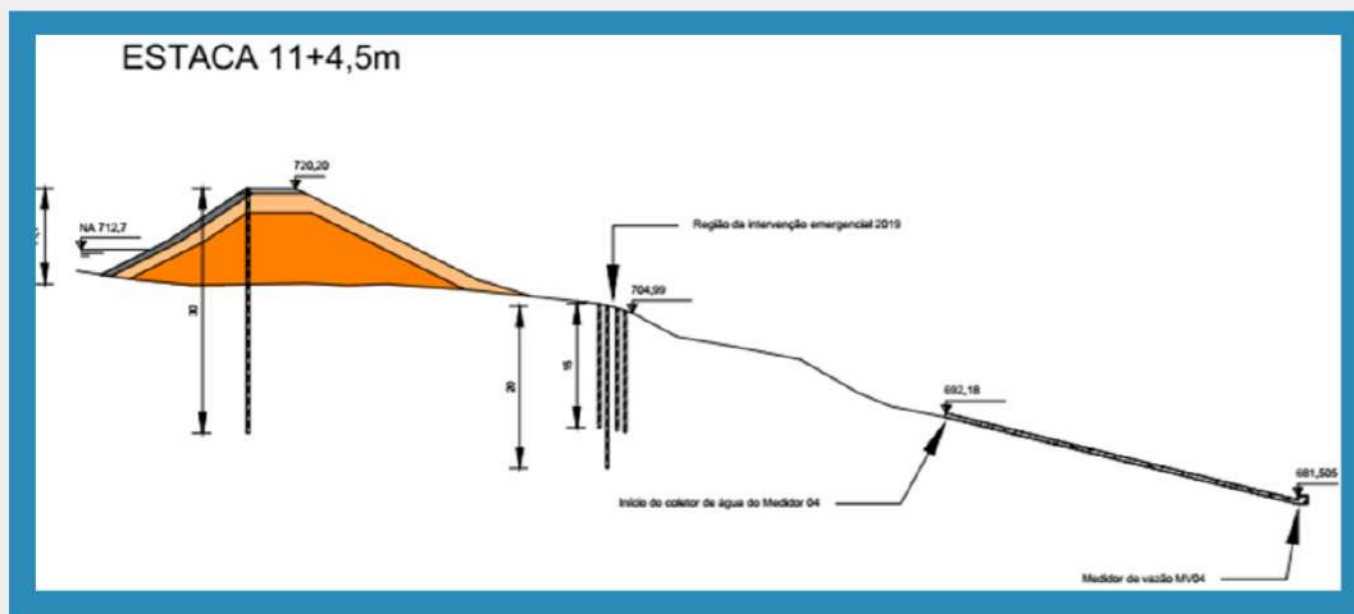




## Barragem Jaburu I

Em 2021, na barragem Jaburu I, localizada no município de Ubajara, permaneceu a anomalia identificada em 2020, que consiste no carreamento de material granular junto ao fluxo de água observado no medidor de vazão MV04, situado na região a jusante da barragem. Esta anomalia está classificada com Nível de Perigo 2 – ALERTA, uma vez que compromete a segurança da barragem, devendo ser tomadas providências imediatas para a sua eliminação.

Figura 4 - Seção transversal da barragem no alinhamento do MV04 (estaca 11+4,5 m)



Diante da situação, a Gesin e Gerência Regional da Bacia do Sertão de Crateús atuaram na implementação das ações previstas no Plano de Ação de Emergência da barragem. Desta forma, diversas ações foram executadas com o intuito de garantir a segurança da barragem e da região a jusante da estrutura.

Como medida imediata, além do monitoramento diário do volume de sedimentos no MV04, a Cogeh manteve consultoria especializada em geotecnia e geologia para acompanhamento da situação. Com o intuito de compreender a geologia da região foram executados serviços de sondagem e geofísica (Geofísica executada pela empresa Alta Resolução, através do Contrato N° 026/2021/COGERH). Os resultados destes estudos foram avaliados pelo consultor geólogo Murilo Perrella e encontram-se no Laudo Geológico: Interpretação de modelo de percolação de água em trecho da fundação do dique.

Após a fase de levantamentos e estudos, como ação imediata para controle do fluxo e sedimentos, decidiu-se pela realização de uma nova cortina de injeções, sendo esta localizada no coroamento com execução de três linhas paralelas. A intervenção foi iniciada em novembro de 2021 através do Contrato 065/2021/COGERH.

Para controle desta anomalia foi recomendado no volume V do Plano de Segurança da Barragem Jaburu I (2021) a execução de reforço e drenagem na região a jusante da barragem. Desta forma, concomitante a intervenção através das injeções foi contratada a empresa Geoprojetos Engenharia LTDA (Contrato 075/2021/COGERH) em novembro de 2021 para elaboração do Projeto Básico de Reforço e Drenagem da Barragem Jaburu I. Outra ação importante para a gestão da segurança da barragem Jaburu I foram as notificações externas sobre os eventos em curso na barragem para os envolvidos, sendo eles, defesas civis, prefeituras, Comitê da Bacia da Serra da Ibiapaba e SOHIDRA. Estas notificações compõem as ações de implementação do Plano de Ação de Emergência para a situação de Alerta. Cabe ressaltar que a Agência Nacional de Água e Saneamento Básico – ANA, como órgão fiscalizador, recebe semanalmente o Relatório de Acompanhamento da Situação de Alerta da Barragem.

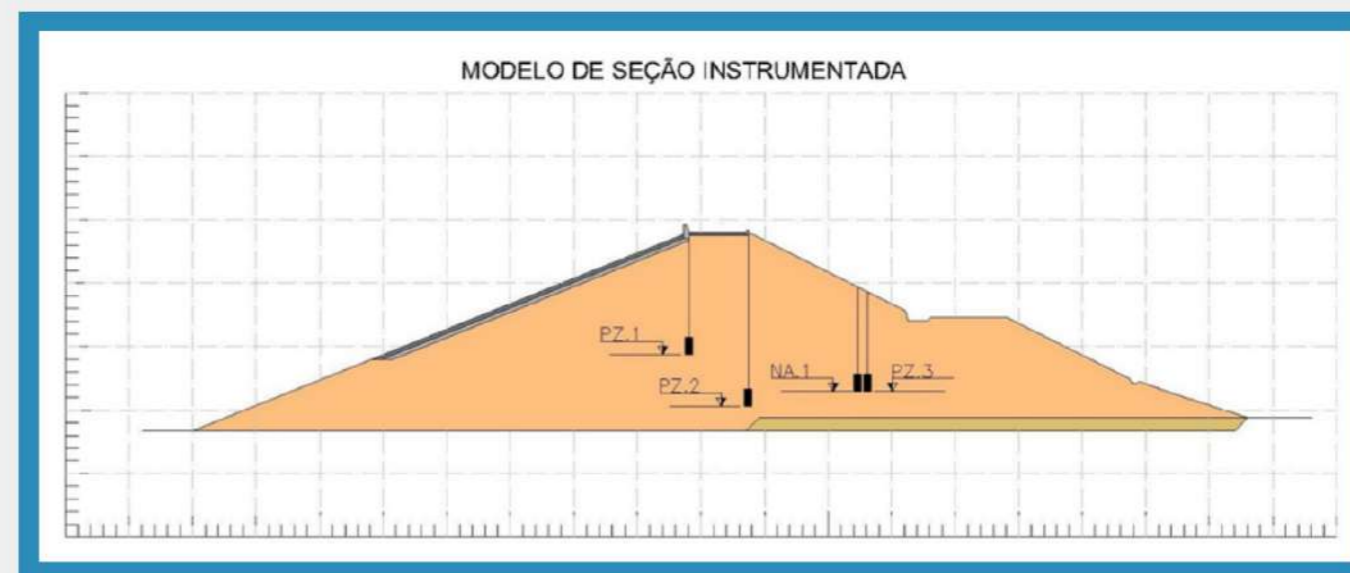


## 5. INSTRUMENTAÇÃO

A PNSB em seu art. 17º confere ao empreendedor da barragem a responsabilidade legal pela segurança da estrutura, cabendo-lhe o desenvolvimento de ações para garanti-la. Nesse contexto, a instrumentação de barragens é designada como o conjunto de dispositivos instalados nas estruturas e em suas fundações objetivando monitorar seu desempenho através de medições de parâmetros, cujos resultados, devidamente analisados e interpretados, servirão para avaliar suas condições de segurança.

Portanto, a instrumentação é um mecanismo de medição de parâmetros de modo contínuo, que se insere, junto a realização de inspeções visuais, no procedimento de monitoramento de segurança de uma barragem, ação designada sob responsabilidade do empreendedor. A figura 5 apresenta um modelo de seção instrumentada de barragem.

Figura 5 - Seção instrumentada



Nesse sentido, a efetiva coleta de dados provenientes da instrumentação de barragens e suas fundações, bem como a análise periódica dessas informações com base em seus valores de controle estabelecidos, são fundamentais para predição ou detecção de eventuais anomalias, contribuindo para o desenvolvimento assertivo de ações providenciais e redução do risco da estrutura.

Atualmente, a Companhia mantém 23 barragens (Figura 6) com monitoramento por instrumentação listadas na Tabela 4. A auscultação por instrumentação geotécnica das barragens da Cogerh incluiu piezômetros (PZ) de tubo aberto - Standpipe, medidores de Nível d'Água (MNA), marcos de recalque (MR) e Medidores de Vazão (MV).

Tabela 4 - Lista das Barragens Instrumentadas

| BARRAGEM      | MUNICÍPIO     | BACIA              | TIPO     | INSTRUMENTOS                                |
|---------------|---------------|--------------------|----------|---|
| Aracoiaba     | Aracoiaba     | Metropolitana      | Terra    | 26 Piezômetros                              |
| Arneiroz II   | Arneiroz      | Alto Jaguaribe     | Terra    | 9 Piezômetros                               |
| Barra Velha   | Independência | Sertões de Crateús | Terra    | 9 Piezômetros                               |
| Batalhão      | Crateús       | Sertões de Crateús | Concreto | 2 Piezômetros                               |
| Canoas        | Assaré        | Alto Jaguaribe     | Concreto | 3 Medidores de Vazão                        |
| Faé           | Quixelô       | Alto Jaguaribe     | Terra    | 9 Piezômetros                               |
| Flor do Campo | Novo Oriente  | Sertões de Crateús | Terra    | 6 Piezômetros e 9 Medidores de nível d'água |
| Gangorra      | Granja        | Coreaú             | Terra    | 4 Piezômetros e 6 Medidores de nível d'água |
| Gavião        | Pacatuba      | Metropolitana      | Terra    | 11 Piezômetros                              |

| BARRAGEM      | MUNICÍPIO         | BACIA              | TIPO     | INSTRUMENTOS  |
|---------------|-------------------|--------------------|----------|---|
| Itapajé       | Itapajé           | Curu               | Terra    | 20 Piezômetros e 15 Medidores de nível d'água                       |
| Jaburu I      | Ubajara           | Serra da Ibiapaba  | Terra    | 65 Piezômetros, 3 Medidores de nível d'água e 12 Medidores de Vazão |
| Jaburu II     | Independência     | Sertões de Crateús | Terra    | 9 Piezômetros   |
| Jatobá II     | Ipueiras          | Acaraú             | Terra    | 10 Piezômetros  |
| Jenipapo      | Meruoca           | Acaraú             | Terra    | 7 Piezômetros   |
| Mamoeiro      | Antonina do Norte | Alto Jaguaribe     | Concreto | 2 Medidores de Vazão  |
| Maranguapinho | Maranguape        | Metropolitana      | Terra    | 10 Piezômetros  |
| Missi         | Miraíma           | Litoral            | Terra    | 12 Piezômetros  |
| Olho D'água   | Várzea Alegre     | Salgado            | Terra    | 15 Piezômetros e 9 Medidores de nível d'água                        |
| Pesqueiro     | Capistrano        | Metropolitana      | Terra    | 11 Piezômetros  |

| BARRAGEM        | MUNICÍPIO  | BACIA          | TIPO  | INSTRUMENTOS  |
|-----------------|------------|----------------|-------|---|
| Riacho da Serra | Alto Santo | Alto Jaguaribe | Terra | 18 Piezômetros e 3 Marcos de Recalque                     |
| Sítios Novos    | Caucaia    | Metropolitana  | Terra | 9 Piezômetros e 12 Medidores de nível d'água              |
| Sousa           | Canindé    | Curu           | Terra | 8 Piezômetros e 12 Medidores de nível d'água              |
| Umari           | Madalena   | Banabuiú       | Terra | 28 Piezômetros, 1 Medidor de Vazão e 3 Marcos de Recalque |

As Gerências Regionais realizam as leituras dos instrumentos em campo e fazem o repasse mensal dos dados à Gesin, a qual monitora o comportamento da série histórica por seção instrumentada da barragem, analisa os dados e elabora relatórios que avaliam a efetividade das coletas de leituras em campo, além do percentual de leituras consideradas anômalas.

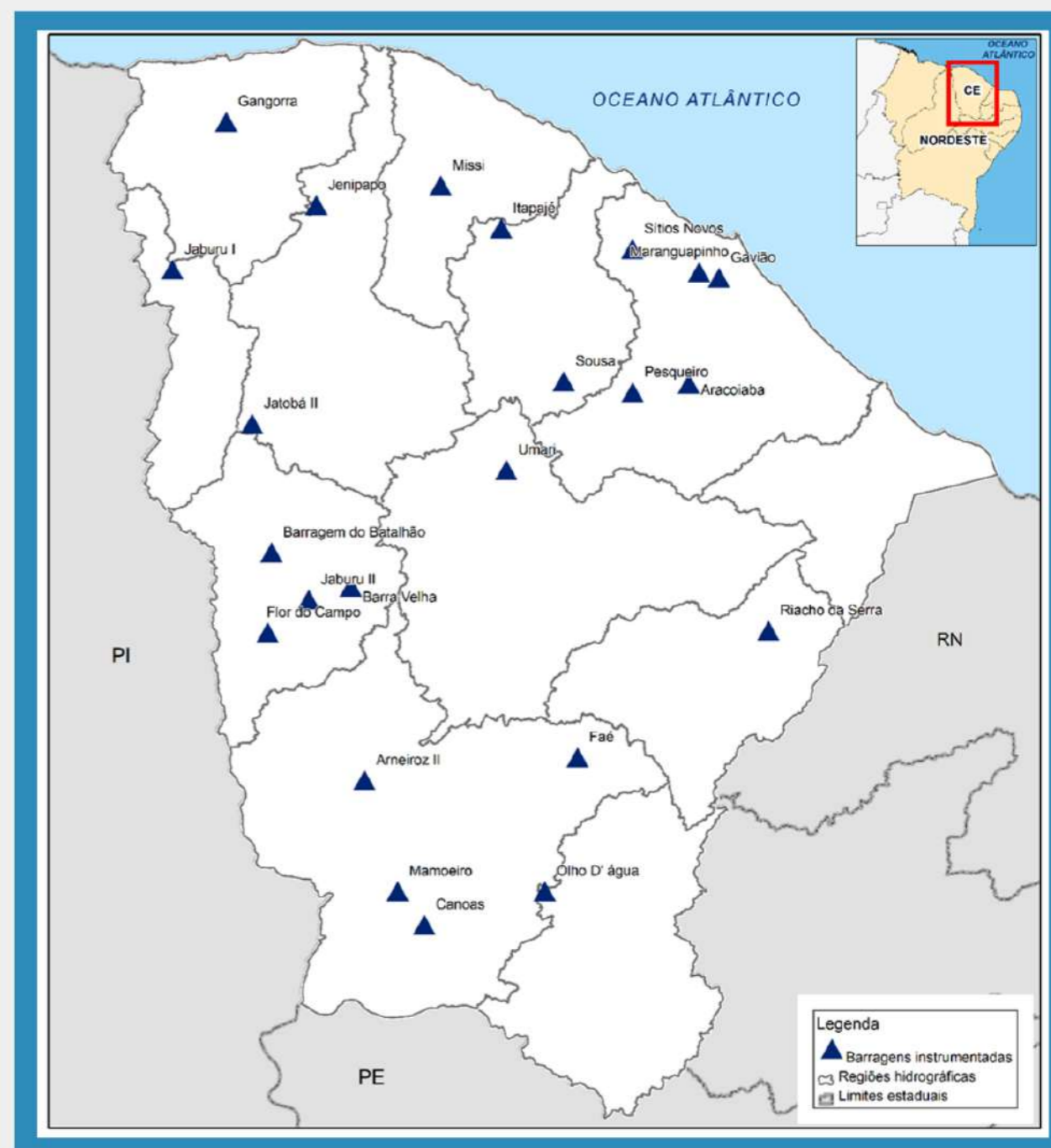
Tem-se por Efetividade de Leituras o percentual de quantidade de registros que foram efetuados no período para cada instrumento em relação ao total de leituras mínimas esperadas para o período observado, percentuais abaixo de 90% são considerados anormais. Já o Percentual Anômalo representa a quantidade de dados, em relação ao total registrado que tiveram valores maiores que a profundidade dos instrumentos, sendo considerados percentuais acima de 10% como anomalias.

A periodicidade mínima para leituras de Piezômetros e Medidores de Nível d'água é quinzenal, já os Medidores de Vazão devem ser verificados quinzenalmente quando secos e se ocorrer detecção de vazão as medições devem ser semanais. As leituras dos Marcos de Recalque serão realizadas após a detecção de qualquer comportamento anômalo relacionado a recalques ou deslocamentos na barragem.

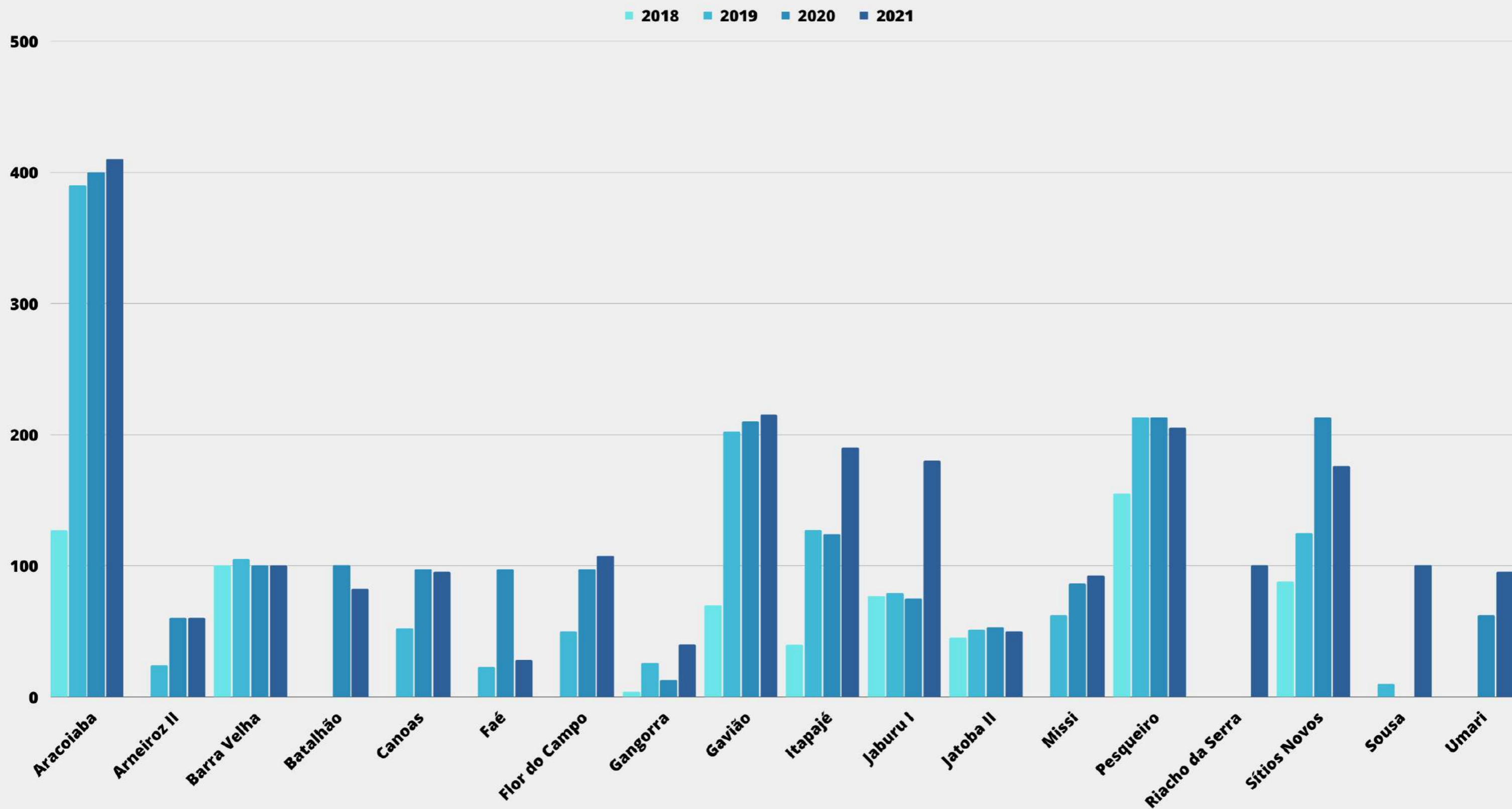
O Gráfico 11 mostra a evolução da efetividade média de leituras por barragem, percebe-se um aumento considerável na efetividade no ano de 2019 em comparação à 2018, este apresentou efetividade de 0% para algumas barragens.

Já para as barragens Jaburu II e Batalhão os instrumentos foram instalados em 2020, por isso os anos de 2018 e 2019 não apresentam dados. No ano de 2021, para a maioria das barragens instrumentadas, também se verificou aumento da efetividade em relação aos anos anteriores, o que mostra uma evolução na gestão e controle dos instrumentos.

Figura 6 - Mapa situação das Barragens Instrumentadas



## Gráfico 11 - Evolução da efetividade média de leituras por Barragem



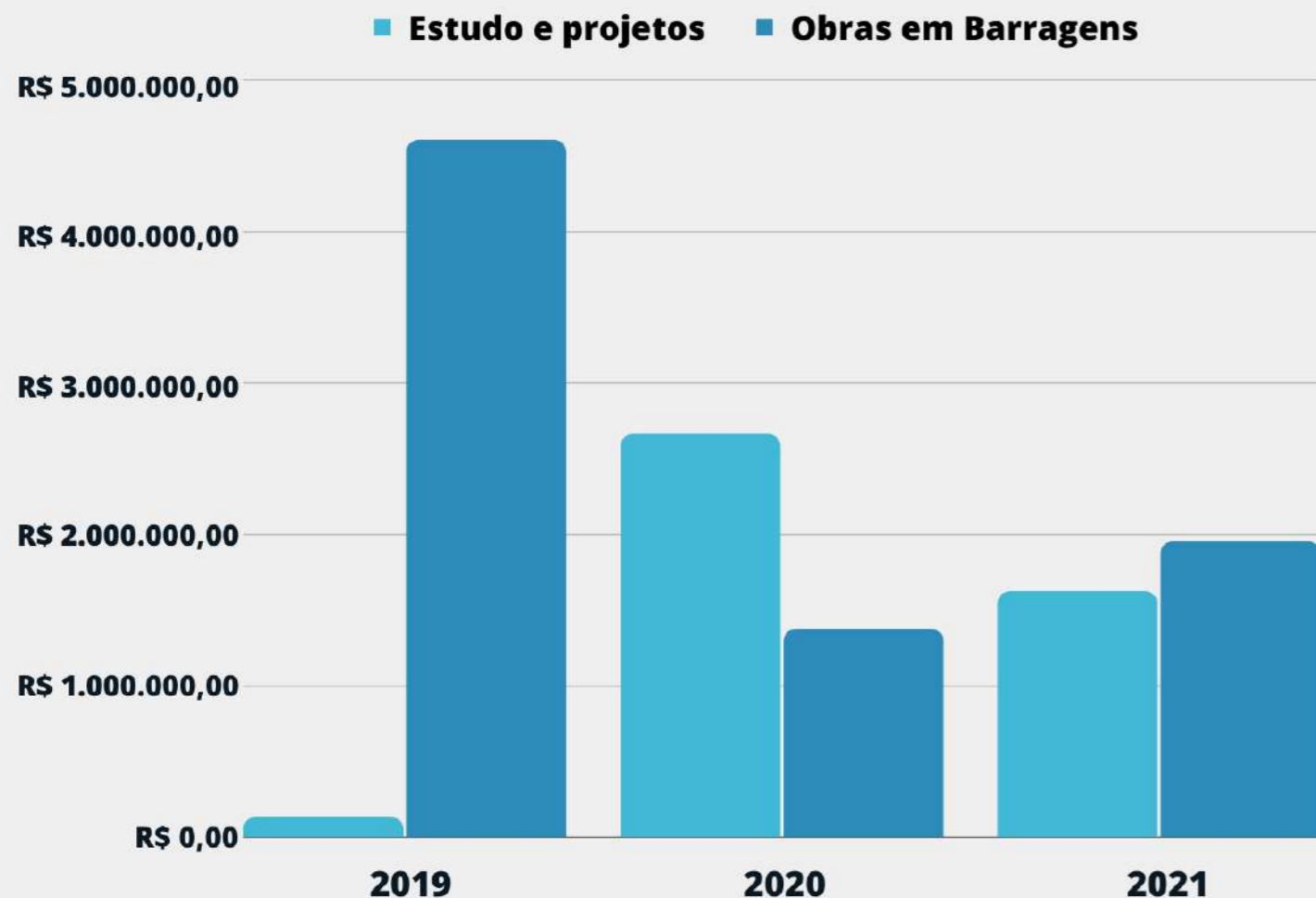
## 6. INVESTIMENTO

Com o objetivo de fortalecer o Programa de Gestão de Segurança de Barragens, anualmente são alocados recursos financeiros em ações de segurança e recuperação de barragens. Em 2021 foram investidos mais de 3 milhões de reais, cerca de 1,6 milhão em estudos, sendo Plano de Segurança de Barragem do Jaburu I, Jaburu II e Batalhão, Estudo Geofísico do Jaburu I, o Projeto Executivo do Vertedouro do Jaburu I e Capacitação – Dams Week. Ainda, 1,9 milhão foram investidos em obras de recuperação das barragens Gavião, Madeiro, São Domingos II e Pau Preto. Entretanto, o valor efetivamente pago foi 11,5% inferior ao ano anterior, utilizado sob demanda. O gráfico 12 abaixo mostra a evolução dos valores efetivamente realizados em obras, estudos e projetos em barragens nos últimos anos.

Tabela 5 - Investimento

| INVESTIMENTO       |                         |                         |                         |
|--------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                    | 2019                    | 2020                    | 2021                    |
| Estudos e projetos | R\$139.264,00           | R\$2.661.848,21         | R\$1.622.162,44         |
| Obras em Barragens | R\$4.602.880,76         | R\$1.377.496,22         | R\$1.952.567,49         |
| <b>TOTAL</b>       | <b>R\$ 4.742.144,76</b> | <b>R\$ 4.039.344,43</b> | <b>R\$ 3.574.729,93</b> |

Gráfico 12 - Investimento



## 7. EVENTOS E TREINAMENTOS

### Capacitação em Gestão de Segurança de Barragens

No mês de julho de 2021 a Gesin ministrou o curso de Capacitação em Gestão de Segurança de Barragens, o curso teve como objetivo o treinamento dos técnicos das gerências regionais da Companhia responsáveis pela gestão de segurança de barragens e acontece a cada dois anos. A capacitação foi dividida em quatro unidades:

- Unidade I - Aspectos Legais de Segurança de Barragens;
- Unidade II - Norma interna de Gestão de Segurança de Barragens;
- Unidade III- Manual de Preenchimento do Checklist para Barragens de Terra;
- Unidade IV- Relatório de Inspeção de Segurança Regular.

### Jornada Técnica CBDB

Ao longo de 2021 em comemoração aos 60 Anos do Comitê Brasileiro de Barragens – CBDB, foram realizados encontros e capacitações, que tinham como objetivo a apresentação de melhorias e inovações para os processos de implantação e manutenção de Barragens, cujos resultados consubstanciem em disponibilizar à sociedade como um todo os benefícios e funções previstas para as Barragens. A equipe da Gesin participou de cursos e eventos, como:

- Barragens de Aterro: Zoneamento, Fundações, Interfaces e Segurança;
- Hidrologia e Hidráulica para Vertedouros, Transposições Hidrográficas e Perenizações;
- Dambreak, HEC-HAS 1D e Riverflow 2D;
- Sensoriamento Remoto.

Ainda, no mês de outubro, os técnicos da Gesin participaram da Dams Week, que promoveu:

- Simpósio de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação na Área de Barragens;
- Seminário Nacional de Grandes Barragens;
- Encontro Técnico sobre Acidente e Incidentes em Barragens.

## Treinamento dos PSBs Jaburu I, Jaburu II e Batalhão

No mês de agosto de 2021, a empresa Geoprojetos ministrou para os técnicos da Cogerh o treinamento dos Planos de Segurança da Barragem e Planos de Ação de Emergência das barragens Jaburu I, Jaburu II e Batalhão.

## Webinar de Segurança de Barragens – SRH

Em novembro de 2021, através da gerente de segurança e infraestrutura da Cogerh, Itamara Taveira, a Gesin participou do seminário virtual promovido pela Secretaria dos Recursos Hídricos. Na ocasião foram apresentadas as ações implementadas na barragem Jaburu I para a garantia da segurança da estrutura e do vale a jusante.

Figura 7 - II Webinar sobre Segurança de Barragens

**II WEBINAR SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS**

QUINTA, 09/12 14H AO VIVO NO NOSSO CANAL DO YOUTUBE

**ABERTURA**  
FRANCISCO TEIXEIRA  
SECRETÁRIO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ

**PALESTRANTES**

- OSMIR OLIVEIRA ANA**  
TEMA: UM OLHAR SOBRE A POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS
- ITAMARA TAVEIRA COGERH**  
TEMA: GESTÃO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS: AÇÕES NA BARRAGEM JABURU I
- MORA KEILA BAINA DNOCS**  
TEMA: AÇÕES REALIZADAS PELO DNOCS COMO EMPREENDEDOR DE BARRAGENS
- CEL MARCELO SANPAIO DEFESA CIVIL**  
TEMA: ATUAÇÃO DA DEFESA CIVIL NA SEGURANÇA DE BARRAGENS
- PROF. DR. AULO TEIXEIRA DA CRUZ**  
TEMA: ACIDENTES EM BARRAGENS DE TERRA
- PROF. DR. ROSIEL FERREIRA UFC**  
TEMA: CORRELAÇÃO DA CONDIÇÃO DE ESTABILIDADE DE UMA BARRAGEM DE TERRA A PARTIR DE DADOS DE INSTRUMENTAÇÃO

SRH SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS  
COGERH  
DEFESA CIVIL CEARÁ

## Participação em reuniões de Comitê de Bacia

Em decorrência da situação identificada na barragem Jaburu I, em 2021 a Gesin participou de duas reuniões do Comitê de Bacia Hidrográfica da Serra da Ibiapaba, foram elas a 31ª Reunião Ordinária, ocorrida em 03 de março e a 14ª Reunião Extraordinária, ocorrida em 23 de junho, ambas reuniões virtuais. A participação da Gesin nestas reuniões teve como objetivo apresentar o andamento das ações da Cogerh na barragem Jaburu I para a garantia da segurança da estrutura.

## 8. CONCLUSÕES

Em 2021, a Companhia realizou 276 Inspeções de Segurança Regular em 156 barragens monitoradas. Para o segundo ciclo, nas inspeções das 89 barragens estaduais foram identificadas 1885 anomalias. Comparando com o ano de 2020 houve um decréscimo de cerca de 3% na quantidade de anomalias, entretanto houve um acréscimo de cerca de 10% nas anomalias pontuadas com magnitude G.

Quanto ao Nível de Priorização para Recuperação das barragens não houve alteração nos percentuais em comparação ao ano anterior e, conforme procedimento já estabelecido, as barragens classificadas com prioridade máxima foram alvo de inspeções de segurança e diagnóstico das anomalias e posteriores recomendações para a sua correção.

Ressalta-se que, mesmo considerando os efeitos da pandemia da Covid-19, em seu segundo ano consecutivo, o atingimento dos indicadores setoriais e regionais relacionados à gestão de segurança de barragens foi mantido. Resultando assim, um percentual de 85,39% em relação ao indicador corporativo com barragens com manutenção satisfatória e 79,74% de anomalias corrigidas em barragens estaduais.

A Cogerh, através da Gesin atuou no monitoramento e recuperação das barragens, desenvolvimento dos Planos de Segurança, fiscalização de contratos, elaboração de termos de referência, participação em eventos e treinamentos, além de diversas ações de apoio às gerências regionais e ao órgão fiscalizador de barragens. Cumprindo com seu objetivo de garantir a segurança de suas estruturas e a aplicação do seu Programa de Gestão de Segurança de Barragens.

