



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

PEDRO HENRIQUE RODRIGUES FERREIRA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

**RECIFE
PLE 2020.4**

PEDRO HENRIQUE RODRIGUES FERREIRA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO

**APRIMORAMENTO DA SITUAÇÃO HIDROLÓGICA: APOIO A
GESTÃO HÍDRICA DOS RESERVATÓRIOS DNOCS CEST-PE**

Relatório apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como pré-requisito para obtenção de nota da disciplina Estágio Supervisionado Obrigatório, sob orientação do Professor Vicente de Paulo Silva.

**RECIFE
PLE 2020.4**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F383a Ferreira, Pedro Henrique Rodrigues
Aprimoramento da situação hidrológica : Apoio a gestão hídrica dos reservatórios DNOCS CEST-PE / Pedro Henrique Rodrigues Ferreira. - 2021.
22 f. : il.

Orientador: Vicente de Paulo Silva.
Coorientador: Alexandre Jorge Pimentel Moura.
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Engenharia Agrícola e Ambiental, Recife, 2021.

1. Gestão dos recursos hídricos., 2. DNOCS. 3. Situação hidrológica. 4. Diagrama unifilar. I. Silva, Vicente de Paulo, orient. II. Moura, Alexandre Jorge Pimentel, coorient. III. Título

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família pelo apoio e suporte durante toda a minha trajetória acadêmica, como também durante toda a minha vida.

A meu orientador Professor Vicente de Paulo Silva pessoa a qual tenho grande admiração, que apesar de intensa rotina acadêmica me aceitou. Guardo para a vida suas valiosas orientações.

Ao servidor do DNOCS CEST-PE Alexandre Jorge Pimentel Moura pela supervisão e disponibilidade que ajudaram a construir esse relatório.

A ex servidora do DNOCS CEST-PE Kátia Távora Maia pelo apoio e ensinamentos passados a mim.

Sou grato aos meus colegas de faculdade, principalmente a Felipe de Araújo Lima e Helyne Tathianne de Castro Bomfim pela troca de conhecimentos e conversas construtivas.

Aos meus queridos amigos que mesmo nesse momento conturbado que estamos vivendo estiveram sempre ao meu lado.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Localização do Prédio DNOCS CEST-PE	16
Figura 2- Unidades de Planejamento do estado de Pernambuco.....	17
Figura 3- Formula da interpolação linear.....	18
Figura 4- Símbolos usados na construção dos diagramas unifilares.....	19
Figura 5- Gráficos cota x área x volume digitalizados.....	21

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Barragens sob jurisdição DNOCS CEST-PE	17
Quadro 2- Modelo da confecção das planilhas de monitoramento.....	22
Quadro 3- Modelo da confecção do boletim anual de monitoramento.....	22
Quadro 4- Inconformidade dos valores cota x volume.....	23
Quadro 5- Inconformidade dos valores de capacidade máxima.....	24
Quadro 6- Incompatibilidades destacadas em vermelho.....	24

LISTA DE ABREVIATURAS

ALEPE – Assembleia Legislativa do Estado de Pernambuco

ANA – Agência Nacional de Águas

APAC – Agência Pernambucana de Águas e Climas

CAV – Cota x área x volume

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

ESO – Estágio Supervisionado Obrigatório

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IFOCS – Inspeção Federal de Obras Contra as Secas

IOCS – Inspeção de Obras Contra as Secas

MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

SI – Sistema de Informação

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

SUMÁRIO

1. RESUMO.....	09
2. INTRODUÇÃO.....	10
3. OBJETIVOS.....	12
3.1. OBJETIVO GERAL.....	12
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
4. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
4.1. HISTÓRICO DO DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS.....	13
4.2. HISTÓRICO SOBRE A LEGISLAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL.....	14
4.3. DIAGRAMA UNIFILAR.....	16
5. METODOLOGIA.....	17
5.1. ÁREA DE ESTUDO.....	17
5.2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	19
6. RESULTADOS E DISCURSSÕES.....	22
6.1. INTERPOLAÇÃO DAS CURVAS CAV.....	22
6.2. PLANILHA AUTOMATIZADA E BOLETIM ANUAL.....	23
6.3. INCONFORMIDADES ENCONTRADAS.....	24
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRFÁICAS.....	28
9. APÊNDICES / ANEXOS.....	30
9.1. APÊNDICE.....	30
Apêndice A: Modelo de planilha utilizado na convergência dos dados de cota DNOCS CEST-PE.....	30
9.2. ANEXOS.....	30
Anexo A: Trecho do boletim hidrológico APAC.....	30
Anexo B: Trecho do boletim hidrológico ANA.....	31

1. RESUMO

Decorridos mais de 24 anos da instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) promulgada pela Lei das Águas, Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, determinado que a gestão dos recursos hídricos fosse realizada de forma descentralizada, integrada e participativa. Apesar de ser evidente suas contribuições para a gestão dos recursos hídricos brasileira, nota-se ainda que falhas e lacunas a serem corrigidas. O objetivo deste Estágio Supervisionado Obrigatório (ESO) é realizar a integração dos dados de cotas e volumes dos reservatórios do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) CEST-PE, visando alcançar um melhor monitoramento destes. Atualmente o DNOCS representa uma instituição pública secular, detentor de um gigantesco patrimônio. Órgão este que se encontra com problemas de investimentos há um tempo. Nesse sentido, a sistematização dos dados de nível d'água vem como forma de facilitar a gestão das barragens desta Autarquia Federal, como também agilizar o atendimento de demandas internas e externas. O trabalho resultou na constituição de planilhas automatizadas, construção de gráficas, elaboração de diagramas e recuperação de dados através do acervo da instituição.

Palavras-chaves: Gestão dos recursos hídricos, DNOCS, situação hidrológica, diagrama unifilar.

2. INTRODUÇÃO

O Brasil tem presente em seu território uma extensa região de semiárido, que apresenta altos índices de escassez hídrica sofrendo com sérios problemas em torno do abastecimento ao longo de toda a sua extensão. Abastecimento esse foi idealizado por uma política maciça de açudagem. Sendo assim, é de grande importância que os órgãos públicos gestores dos recursos hídricos estejam capacitados para formas mais eficientes de gestão. Principalmente devido a agravante realidade da crise ambiental que estamos vivenciando em nossos tempos, cujo foi ocasionada pelo uso indiscriminado dos recursos naturais (MORAIS, 2018).

Sabendo da importância do estado no planejamento de políticas voltadas a estratégias de combate à seca no Nordeste, um órgão em específico deve ser enfatizado pela sua relevância histórica, precursora e inovadora. Sua criação foi a partir da compreensão do governo brasileiro que a região semiárida brasileira, assolada por secas periódicas, necessitava de uma instituição voltada exclusivamente para essas questões.

Entretanto, apenas a criação de uma instituição voltada para planejamento estratégico de convivência a crise hídrica não é o suficiente para se estabelecer uma gestão das águas de forma sustentável. Por isso que o Brasil formulou a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), que junto com a instauração dos seus instrumentos, contemplam o modelo de gestão a ser adotado em todo o território nacional.

Nessa conjuntura, um dos instrumentos que é válido destacar é o Sistema de Informação (SI). Sendo essencial para o planejamento, manejo e gestão hídrica. Exigindo sempre um constante aprimoramento deste sistema, visando abranger e facilitar cada vez mais o acesso a esta ferramenta.

Vale pontuar que o monitoramento é importante, tal qual fundamental, recurso de suporte do SI. O monitoramento se torna elementar em diversos aspectos para a gestão, como: identificar a água no espaço e tempo, determinar as áreas de

situações de alerta hídrico, informar o público sobre a situação e tendência da quantidade de água disponível (SILVA et. al., 2018).

O acesso fácil a informações é um passo primordial para a concretização de uma gestão integrada e participativa. Portanto, é necessário salientar que para a concretização de um SI eficiente é preciso que haja um monitoramento/acompanhamento regular dos dados em torno da gestão dos recursos hídricos.

Tento tudo isso sido retratado esse trabalho visa ilustrar o quanto o monitoramento/acompanhamento dos volumes armazenados nos reservatórios do DNOCS sob responsabilidade da Coordenadoria Estadual em Pernambuco - CEST-PE é relevante para a gestão dos recursos hídricos no estado de Pernambuco. Aspirando criar melhores condições de controle do volume, disponibilidade hídrica e manejo para as tomadas de decisão envolvendo a gestão das águas dessas barragens.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Aprimoramento do monitoramento da situação hidrológica dos reservatórios do DNOCS CEST-PE.

3.2. Objetivos Específicos

- Atendimento de solicitações externas (Assembleia Legislativa do Estado de Pernambuco, ALEPE, Ministério Público Federal, MPF, Agência Pernambucana de Águas e Climas, APAC e Agência Nacional de Águas, ANA) e internas do próprio DNOCS;
- Sistematizar os dados de monitoramento de nível d'água das barragens;
- Realizar a recuperação e a interpolação das curvas cota x área x volume (CAV);
- Composição de diagramas unifilares para as bacias hidrográficas onde os reservatórios monitorados estão inseridos;
- Desenvolver sistemas automatizados para a geração de dados de volume e gráficos do monitoramento hidrológico;
- Confecção de um boletim anual de monitoramento;

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. HISTÓRICO DO DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS

Foi no início do século de XX, mais exatamente em 1909, foi criada a Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS), que depois foi transformada, no ano de 1919, em Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS). Para finalmente em 1945, após uma grande reestruturação, vim a se chamar de Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) (SOARES, 2019).

Atualmente o DNOCS representa uma instituição secular, autarquia federal vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), com abrangência de atuação em todos os estados que estão situados na zona semiárida brasileira, apresentando uma significativa contribuição para o desenvolvimento regional destes estados até os dias de hoje. Tendo sua principal atuação na concepção e efetivação de ações com o intuito de amenizar a convivência com as adversidades climáticas que a seca propõe (ARAÚJO, 2013).

Entretanto, os impactos da atuação do DNOCS abrangem diversas outras áreas como a promoção de estudos pioneiros das condições meteorológicas, geológicas, topográficas e hidrológicas. Estudos esses que foram o subsídio base para a implantação da principal estratégia da autarquia federal no combate contra as secas, à construção de barramentos (Soares, 2019). Estando em uma posição de referência nacional e de formador de conhecimento sobre as secas no Nordeste (CAMPOS, 2015).

O DNOCS hoje com sua importância histórica ostenta um patrimônio de 327 barragens, sob sua jurisdição, no semiárido. Tendo algumas delas mais de 100 anos desde suas concepções. Das quais 39 delas se encontram no estado de Pernambuco. Apenas nesse estado a capacidade potencial acumulativa de volume desses reservatórios é de 2.028.984.884 m³.

Tendo isso exposto, vale a pena ressaltar que essa estratégia principal adotada, conduzida durante anos, por este órgão federal não é aceita de forma unânime como podemos evidenciar de forma mais detalhada em Andrade (2014). Contudo, é necessário citar que o DNOCS cobriu, de forma substancial, um vazio institucional existente no Brasil. Sendo capaz de aumentar a resiliência do nordestino, proporcionando condições dignas de viver (Vieira, 2003). Devido principalmente à forma tardia como as questões legislativas sobre os recursos hídricos foram progredidas nesse país.

4.2. HISTÓRICO SOBRE A LEGISLAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

A primeira lei a tratar o uso da água no Brasil surgiu com o Decreto n. 24.643, de 10 de julho de 1934, mais conhecido como código das águas. Tratando quais águas seriam de uso público, comuns e particulares. Nela continha expressa a proibição da contaminação das águas, sendo os infratores sujeitos a pagamentos de multas pelos danos ocasionados.

Cabe ressaltar que por mais que o código de água seja o primeiro marco legal de um esboço para uma política mais sustentável do uso da água, a sua concepção veio para atender o avanço do processo industrial brasileiro, em especial o setor de energia hidráulica. Pois houve nesse período um aumento da demanda de energia elétrica, devido ao país se encontrar, naquele momento, em meio a um processo de industrialização (SILVA, 2017).

O próximo passo importante para a construção de um melhor gerenciamento dos recursos hídricos foi à lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, que criou o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). Tendo o intuito de dedicar-se as questões ambientais relacionadas solo, água e ar.

O SISNAMA representa um conjunto de órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Municípios e das fundações do Poder público que são responsáveis pela proteção do meio ambiente. Entidades como Conselho Nacional

do Meio Ambiente (CONAMA), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), entre outras.

A contribuição dessas entidades na composição de resoluções visando um melhor uso da água é vasta. Entretanto, é válido destacar duas resoluções do CONAMA. A resolução n. 20, de 18 de junho de 1986, e a n. 357, de 17 de março de 2005, que propõem a classificação das águas doces e salinas e a classificação dos corpos de água/diretrizes ambientais para o seu enquadramento respectivamente.

A Constituição Federal de 1988 trouxe uma nova ênfase e direcionamento para os assuntos ambientais, principalmente para as questões dos recursos hídricos. Sendo pioneira em retirar o domínio de águas privadas que estava vigente desde 1934 no código das águas. Nela identificar-se o primeiro passo para a implantação da gestão de forma integrada dos recursos hídricos.

Uma das consequências da Constituição foi uma mudança de paradigma. Indica princípios ambientais que devem ser seguidos pelo Estado, tais como: o desenvolvimento sustentável, o poluidor-pagador, a prevenção e participação. Princípios esses aliados ao direito à informação, sendo obrigação do poder público fornecer, formam um forte instrumento/aparelho de consciência ambiental (GOLÇALVES et. al., 2017).

A partir dessas circunstâncias apresentadas que é introduzida na década de 90 a lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997, mais conhecida como lei das águas. Instituído a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Tornando o Brasil um dos países com legislação mais avançada do mundo na gestão das águas (ARAÚJO, 2015).

A lei das águas veio com a finalidade englobar e estruturar o planejamento de todas as medidas de gerenciamento de recursos hídricos. Sendo essas medidas estruturais (barragens, adutoras e estações de tratamento de esgoto) e não estruturais (questões políticas, fiscalização, acompanhamento) (ROSA, 2019).

Cabe ressaltar a experiência, legislação e modelo de gestão das águas francesas que foi um importante parâmetro na formulação da lei das águas. Servindo como referência de modelo de gestão dos recursos hídricos a se adotar (BRAGA, 2015).

A PNRH instituiu fundamentos valiosos rumo ao um desenvolvimento sustentável, como: a água é um recurso limitado de domínio público dotado de valor econômico, em situações de escassez hídrica os usos prioritários são consumo humano e animal, proporcionar uso adequado da água, delimitação da bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento, descentralização das tomadas de decisão participando o poder público, usuários e comunidades na gestão.

Outra diretriz promovida pela lei 9.433 foi à caracterização dos instrumentos essenciais para a implantação do PNRH, tais como os Planos de Recursos Hídricos, o enquadramento dos corpos de água em classes, a outorga dos direitos de uso da água, a cobrança pelo uso de recursos hídricos, a compensação a municípios e o Sistema de Informações sobre recursos hídricos. Valendo destacar: o Sistema de Informações (SI), que representa uma ferramenta de participação democrática, viabilizando o acompanhamento participativo dos recursos hídricos (MARTINS, 2017).

4.3. DIAGRAMA UNIFILAR

A construção de diagramas unifilares pode ser instituída com a intenção de facilitar o entendimento das informações geradas a partir do monitoramento dos recursos hídricos. São confeccionados para auxiliar a compreensão de diferentes atributos e agentes em uma bacia hidrográfica para diversos estudos hidrológicos (Finck et. al., 2017). Sendo uma técnica importante na visualização da localização e do comportamento de barragens em suas relativas bacias.

Segundo Koefender (2016), o diagrama unifilar compõe um panorama do funcionamento organizacional do escoamento superficial, concebendo uma melhor percepção do funcionamento sistemático e funcional da bacia hidrográfica.

5. METODOLOGIA

O presente Estágio Supervisionado Obrigatório (ESO) foi realizado do dia 05 de janeiro de 2021 ao dia 03 de março de 2021, totalizando uma carga horária de 240 horas, no DNOCS CEST-PE, mais especificamente no Setor de Operações Agrícolas (SOA). Localizado na Rua Cônego Barata, 999, no bairro da Tamarineira em Recife (Figura 1).

Figura 1. Localização do prédio do DNOCS CEST-PE



Fonte: Portal do DNOCS (2020).

O trabalho realizado para confecção deste relatório, se deu a partir de sua divisão em III etapas, são essas:

- Coleta de dado de cota x volumes das barragens;
- Recuperação/interpolação das curvas CAV e elaboração de diagramas unifilares;
- Automatização do monitoramento e elaboração de um boletim anual.

5.1. Área de estudo

Das 39 barragens sob jurisdição do DNOCS em Pernambuco apenas 25 destas apresentam dados disponíveis de seus volumes, destacadas em vermelho (Quadro 1). A obtenção dos valores correspondentes aos níveis d'água dos reservatórios ocorreu através dos repasses de informações por servidores do DNOCS CEST-PE das Unidades de campo Pajeú, Moxotó e Capibaribe (APÊNDICE A). Como também foram consultados os boletins hidrológicos da APAC e ANA (ANEXO A e B).

Quadro 1. Barragens sob jurisdição do DNOCS CEST-PE

RESERVATÓRIO	MUNICÍPIO	CAPACIDADE (m³)	USO PRINCÍPIAL	TIPO DE MATERIAL DA BARRAGEM
AÇUDE POÇO DA CRUZ	IBIMIRIM	504.000.000	REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES	ENROCAMENTO
AÇUDE ENTREMONTES	PARNAMIRIM	339.333.700	IRRIGAÇÃO	TERRA
AÇUDE JUCAZINHO	SURUBIM	327.035.812	ABASTECIMENTO HUMANO	GRAVIDADE EM CCR
AÇUDE SERRINHA	SERRA TALHADA	311.000.000	REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES	TERRA
SACO II	STA. MARIA DA BOA VISTA	123.524.000	COMBATE ÀS SECAS	TERRA
BARRA DO JUÁ	FLORESTA	71.474.000	IRRIGAÇÃO	TERRA
AÇUDE INGAZEIRA	INGAZEIRA	48.728.900	IRRIGAÇÃO	GRAVIDADE EM CCR
AÇUDE SACO I	SERRA TALHADA	36.000.000	COMBATE ÀS SECAS	ALVENARIA
AÇUDE ROSÁRIO	IGUARACI	34.990.000	ABASTECIMENTO HUMANO	TERRA
AÇUDE TAMBORIL II	OURICURI	27.660.000	COMBATE ÀS SECAS	TERRA
AÇUDE LOPES II	BODOCÓ	23.935.360	IRRIGAÇÃO	TERRA
AÇUDE CUSTÓDIA	CUSTÓDIA	21.623.100	ABASTECIMENTO HUMANO	TERRA
AÇUDE CACHOEIRA II	SERRA TALHADA	21.031.000	ABASTECIMENTO HUMANO	ALVENARIA
AÇUDE ARCOVERDE	PEDRA	16.800.000	ABASTECIMENTO HUMANO	TERRA
AÇUDE BOA VISTA	SALGUEIRO	16.450.000	IRRIGAÇÃO	TERRA
AÇUDE BITURY	BELO JARDIM	15.000.000	COMBATE ÀS SECAS	TERRA
AÇUDE SALGUEIRO	SALGUEIRO	14.698.200	IRRIGAÇÃO	TERRA
AÇUDE ARRODEIO	SÃO JOSÉ BELMONTE	14.522.100	COMBATE ÀS SECAS	TERRA
AÇUDE ABÓBORAS	PARNAMIRIM	14.350.000	ABASTECIMENTO HUMANO	TERRA
AÇUDE VIRA BEJU	PETROLINA	11.800.000	ABASTECIMENTO HUMANO	TERRA
AÇUDE CACHOEIRA I	SERTÂNIA	5.950.000	REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES	TERRA
AÇUDE PARNAMIRIM	PARNAMIRIM	5.715.000	COMBATE ÀS SECAS	TERRA
AÇUDE ARARIPINA	ARARIPINA	3.702.000	COMBATE ÀS SECAS	TERRA
AÇUDE QUEBRA UNHAS	FLORESTA	3.190.000	COMBATE ÀS SECAS	TERRA
AÇUDE PAU BRANCO	AFRÂNIO	3.000.000	COMBATE ÀS SECAS	TERRA
AÇUDE MORORÓ	PEDRA	2.929.682	ABASTECIMENTO HUMANO	TERRA
AÇUDE DA BARRA	SERTÂNIA	2.738.000	ABASTECIMENTO HUMANO	TERRA
AÇUDE GARANHUNS (MUNDAU I)	GARANHUNS	1.968.600	ABASTECIMENTO HUMANO	TERRA
AÇUDE TERRA NOVA	PETROLINA	1.220.625	REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES	TERRA
AÇUDE SERRA DOS CAVALOS	CARIUARU	986.800	ABASTECIMENTO HUMANO	TERRA
AÇUDE GUILHERME AZEVEDO	CARIUARU	766.000	ABASTECIMENTO HUMANO	TERRA
AÇUDE MALHADA DE PEDRA	CARIUARU	550.000	REGULARIZAÇÃO DE VAZÕES	ALVENARIA
AÇUDE CRUZEIRO	SÃO JOSÉ BELMONTE	503.450	ABASTECIMENTO HUMANO	TERRA
AÇUDE PATI	OURICURI	400.000	-	TERRA
AÇUDE SÃO CAITANO	SÃO CAETANO	378.300	ABASTECIMENTO HUMANO	CONCRETO CICLÓP.
AÇUDE VERTEENTE DO HERÁCLITO	CASINHAS	365.700	ABASTECIMENTO HUMANO	TERRA
AÇUDE SIRIGÍ	MACAPARANA	269.000	ABASTECIMENTO HUMANO	TERRA
AÇUDE PEDRA D'ÁGUA	PESQUEIRA	116.000	-	ALVENARIA
AÇUDE TAMORIL I	ARCOVERDE	114.000	-	TERRA
AÇUDE BONITO GRANDE	BONITO	85.600	ABASTECIMENTO HUMANO	ALVENARIA

Fonte: Criado pela equipe do SOA DNOCS CEST-PE (2020).

O DNOCS apresenta barragens em 11 bacias hidrográficas (Brígida, Capibaribe, Graças, Ipanema, Ipojuca, Moxotó, Mundaú, Pajeú, Pontal, Terra Nova, Una) no estado de Pernambuco (Figura 2). Sendo valido salientar que o Plano Estadual de Recursos Hídricos (1998) dividiu o estado em 29 Unidades de Planejamento, composta de 13 bacias, 6 grupos de bacias de pequenos rios litorâneos, 9 bacias de pequenos rios interiores e 1 bacia de pequenos rios do arquipélago de Fernando de Noronha.

Figura 2. Unidades de Planejamento do estado de Pernambuco



Fonte: APAC (2020)

5.2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O processo de coleta de dados foi fruto da junção de todos os valores de cota e volume recolhidos a partir de abril a dezembro de 2020, exceto para algumas que foi possível recuperar esses valores para todos os meses de 2020. É importante pontuar que o monitoramento da situação hidrológica dos reservatórios era feito de forma dispersa. Não havendo uma integração dos dados de acompanhamento entre si.

A recuperação e a interpolação das curvas CAV teve o intuito de facilitar o trabalho de conferição dos valores de área e volume para as respectivas cotas oriundas dos dados de monitoramento.

Importante realçar que das barragens sob jurisdição do DNOCS, 28 curvas CAV foram encontradas. Informações essas que foram resgatadas, no próprio órgão federal, nos acervos físicos e digitais das fichas técnicas e projetos para cada reservatório em específico.

A interpolação linear foi desempenhada em Microsoft Office Excel (Microsoft, 2013), a partir da fórmula (Figura 3). Esse método de interpolação foi preferido após uma comparação feita entre os dados de cota x volume dos órgãos responsáveis por realizar o monitoramento no estado de Pernambuco (ANA e APAC). E visto que tanto o órgão federal como o estadual utilizava essa técnica para encontrar os volumes para respectivas medições de cotas.

Figura 3. Fórmula da interpolação linear

$$y = y_0 + (y_1 - y_0) \frac{x - x_0}{x_1 - x_0}$$

Fonte: Autor (2021).

Os dados coletados de cota do nível d'água dos reservatórios são expressos com duas casas decimais, e extraídos da régua linimétrica instalada em cada barramento. Então o intuito da interpolação foi descobrir os valores dos volumes

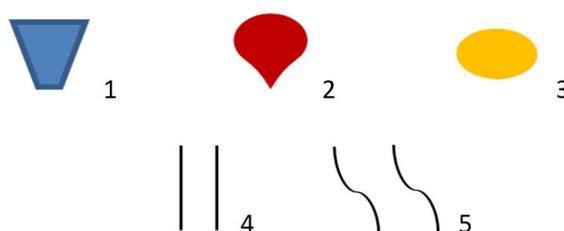
referentes às cotas com duas casas decimais, sempre sendo feito esse processo de 1 metro a 1 metro.

A idealização da concepção de um diagrama unifilar surgiu após o entendimento da importância de mostrar, mesmo que de forma simples, o ponto e contexto de atuação dos reservatórios dentro da bacia hidrográfica que estão inseridos. Visando oferecer melhor conhecimento sobre a onde a gestão hídrica daquele barramento está inserida, principalmente para as que apresentavam dados de monitoramento. Aspecto agregador primordial para a estruturação do boletim anual.

Sabendo da importância da representação gráfica dos elementos de um diagrama unifilar, foi adotada uma semiologia padronizada para cada bacia. Ponto fundamental para facilitar a compreensão das informações expostas e concepção de estudos hidrológicos. Destaca-se que a construção do diagrama foi efetuada em Microsoft Office Excel (MICROSOFT, 2013).

Os símbolos escolhidos para exprimir os aspectos ligados à compreensão da constituição de uma bacia hidrográfica (Figura 4), foram: Reservatório (símbolo 1); Núcleo Urbano (símbolo 2); Distrito (símbolo 3); Exutório quando um rio (símbolo 4); Exutório quando um oceano (símbolo 5).

Figura 4. Símbolos usados na construção dos diagramas unifilares



Fonte: Criado pela equipe do SOA DNOCS CEST-PE (2021).

A automação do monitoramento hidrológicos dos barramentos foi concebida em Microsoft Office Excel (Microsoft, 2013). Tendo como a finalidade de proporcionar uma maior rapidez e compreensão das medições de nível d'água coletadas. A partir da inserção dos dados de cota automaticamente é gerado o valor correspondente de

volume adequado em metros cúbicos e porcentagem, e um gráfico cota x volume x data para cada mês e um para a situação anual.

A planilha automatizada foi dividida em 14 abas. Sendo as 12 primeiras delas para os valores de cotas do mês de janeiro a dezembro, 1 para a convergência dos dados mensais (boletim anual) e 1 para a curva CAV interpolada. Para a organização foi elaborado um cabeçalho com as seguintes informações: logomarca e a denominação do DNOCS CEST-PE, nome do reservatório, município onde está localizado, ano de referência dos dados, bacia hidrográfica onde está inserida a barragem, capacidade de acumulação máxima do reservatório.

Pertinente evidenciar que mesmo sabendo que o início do trabalho de acompanhamento em 2020 se deu em abril foram construídas abas para todos os meses, visando monitoramentos futuros.

A planilha propriamente dita foi caracterizada com os seguintes campos: data da cota no mês, volume acumulado correspondente a cota referida, volume em percentual em relação a acumulação máxima, um espaço para observações, um gráfico de situação hidrológica e no caso do boletim anual um diagrama unifilar da bacia.

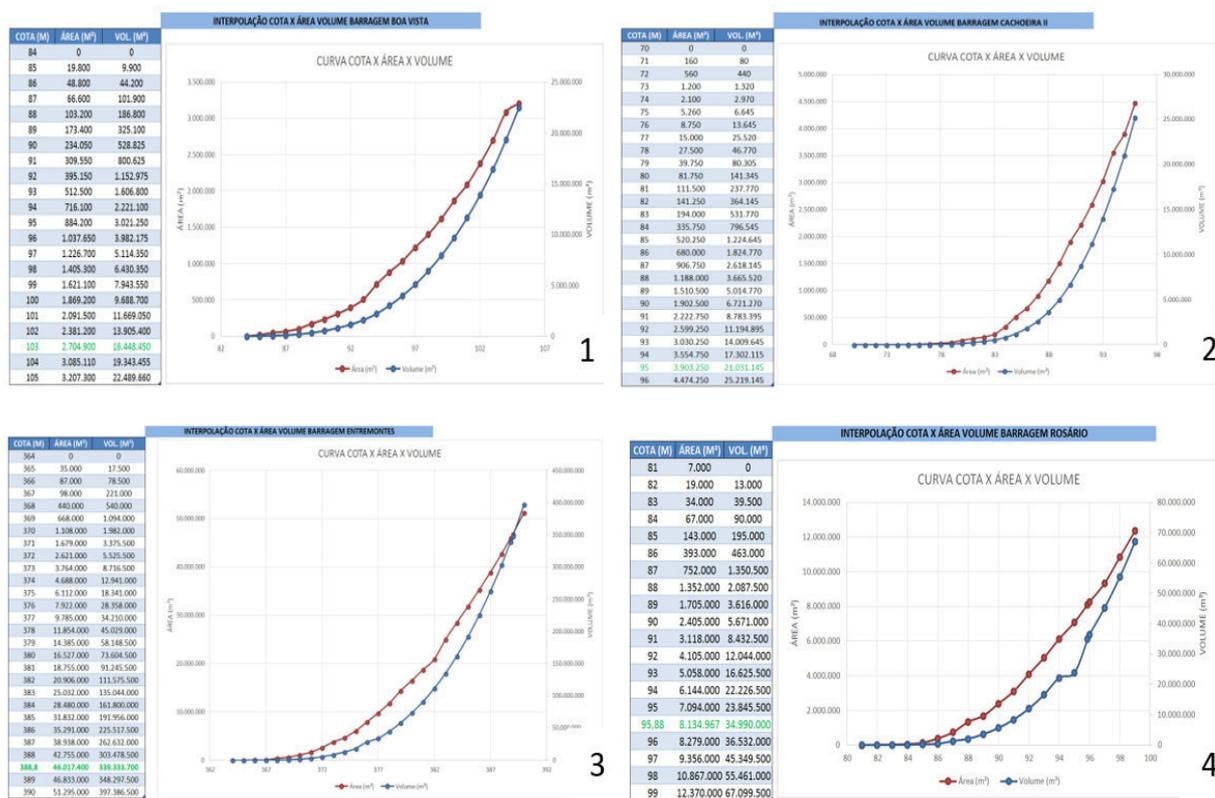
O boletim anual foi construído através da confluência de todas as etapas apresentadas anteriormente. Por meio da ferramenta PDF24 Creator (Geek Software GmbH, 2014) as planilhas que representavam os boletins anuais, para cada respectiva barragem, foram convertidas em Portable Document Format (PDF).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. INTERPOLAÇÃO DAS CURVAS CAV

Devido ao fato de ter sido realizado a recuperação dos dados cota x volume x área para cada barragem foi possível que houvesse uma digitalização dos gráficos das curvas CAV. Gráficos (Figura 5) estes que são importantíssimos para um melhor entendimento do comportamento da água e de seu espelho d'água no reservatório.

Figura 5. Gráficos cota x área x volume digitalizados (1. Boa Vista, 2. Cachoeira II, 3. Entremontes, 4. Rosário)



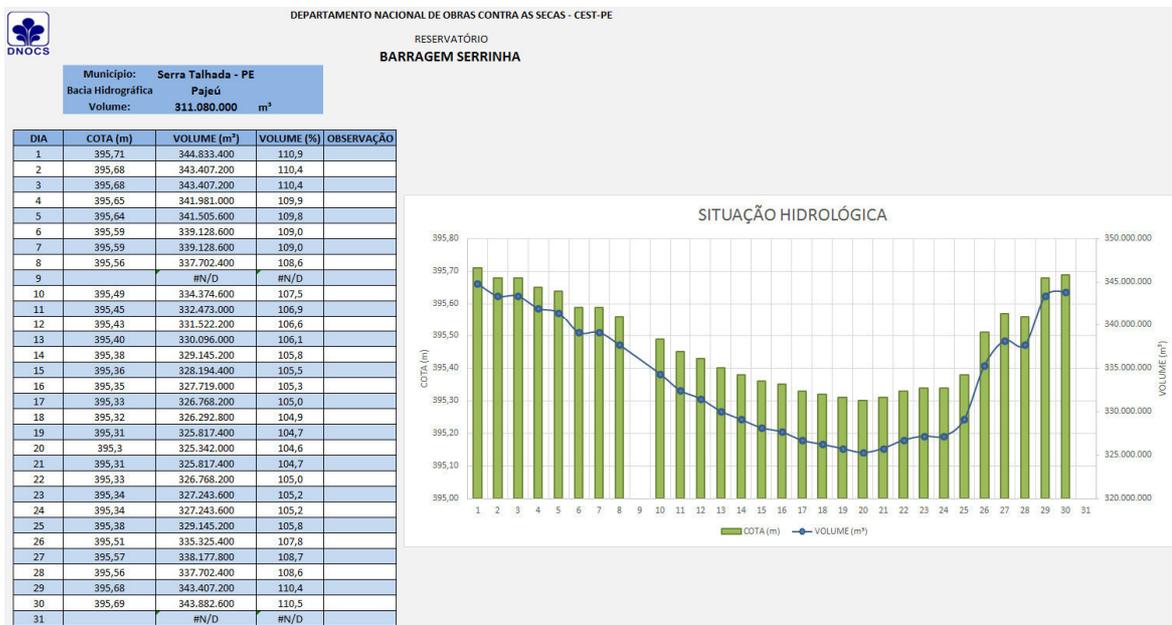
Fonte: Autor (2021).

6.2. PLANLHA AUTOMATIZADA E BOLETIM ANUAL

Através da integração das informações, vindo dos diferentes órgãos já citados, houve como desfecho final a acumulação 1.762 dados de cota durante a vigência do monitoramento. Ao longo de todo esse período foram coletadas cotas de 25

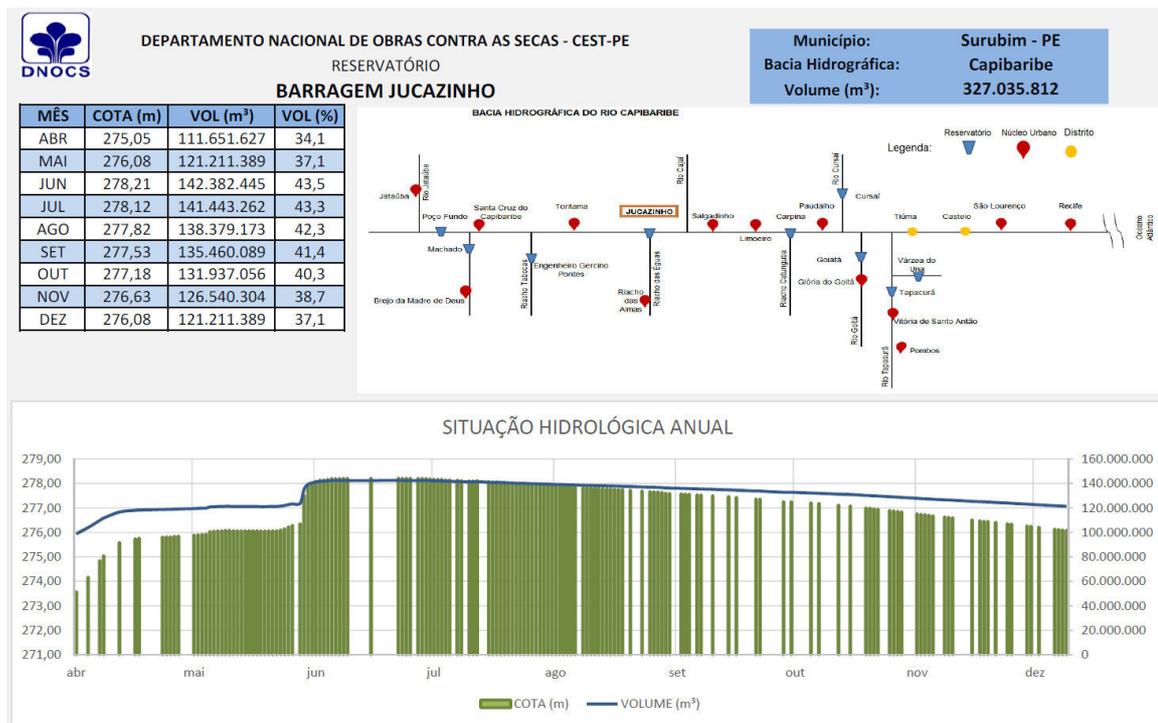
barragens gerando conseqüentemente as criações de 25 planilhas automatizadas (Quadro 2) e 1 boletim anual (Quadro 3) para o acompanhamento hídrico.

Quadro 2. Modelo da confecção das planilhas de monitoramento



Fonte: Criado pela equipe do SOA DNOCS CEST-PE (2021).

Quadro 3. Modelo da confecção do boletim anual de monitoramento



Fonte: Criado pela equipe do SOA DNOCS CEST-PE (2021).

6.3. INCONFORMIDADES ENCONTRADAS

Necessário destacar que no decorrer da análise dos dados coletados encontraram-se divergências com relação aos volumes gerados entre a APAC, DNOCS e ANA, para algumas barragens. Incongruências essas que foram agrupadas em dois segmentos as com cota x volume discordantes (Barra do Juá, Bitury, Jucazinho e Poço da Cruz) e as com cota x volume não tão discordantes (Arcoverde).

O agrupamento caracterizado como discordantes representam aqueles onde os valores de cota x volume (Quadro 4) e capacidade máxima (Quadro 5) divergem totalmente ou parcialmente entre os órgãos responsáveis pelo monitoramento. Valendo mencionar que para a ANA essas informações foram retiradas de boletins de monitoramento e do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) e para APAC foram usados os boletins de monitoramento.

O ponto de similaridade entre essas barragens é que todas apresentam Marcos Regulatórios completo ou em andamento. Com bases nas informações disponibilizadas pela ANA, referente aos Marcos Regulatórios, foi possível averiguar que Barra do Juá (Nota Técnica nº 5/2019), Bitury (Nota Técnica nº14/2018) e Poço da Cruz (Nota Técnica nº 27/2018) apresentavam novas curvas CAV. A de Jucazinho ainda não foi disponibilizada tendo em vista que o seu processo de Marco Regulatório está em andamento, porém é plausível afirmar que exista. Levando em consideração a discrepância dos valores de cota x volume e capacidade máxima apresentada pelo DNOCS e APAC.

Então para essas quatro barragens a ANA utiliza as novas curvas CAV. Diferentemente da APAC, que apenas utiliza esses novos valores de cota x volume para dois barramentos (Jucazinho e Poço da Cruz).

Quadro 4. Inconformidade dos valores cota x volume

BARRAGEM	COTA (m)	VOLUME (m ³)		
		DNOCS	ANA (Boletim)	APAC
Barra do Juá	397,11	21.773.375	15.830.000	21.773.000
Bitury	89,02	4.993.972	4.860.000	4.994.000
Jucazinho	275,58	116.552.535	Sem Acesso	65.578.000
Poço da Cruz	431,01	313.778.835	296.190.000	296.116.187

Fonte: Autor (2021).

Quadro 5. Inconformidade dos valores de capacidade máxima

BARRAGEM	CAPACIDADE MÁXIMA (m ³)			
	DNOCS	ANA		APAC
		Nota Técnica	SNISB	
Barra do Juá	71.474.000	59.518.000	71.400.000	71.474.000
Bitury	14.994.450	16.411.000	-	17.776.000
Jucazinho	327.035.812	Em Andamento	327.040.000	204.821.000
Poço da Cruz	504.000.000	483.640.000	504.000.000	483.717.000

Fonte: Autor (2021).

O segmento do não tão discordante foi definido assim, pois retratavam os dados de cota x volume em alguns casos divergentes e em outros não para os dados coletados entre DNOCS e APAC.

As incompatibilidades encontradas em Arcoverde (Quadro 6) apresentaram-se ser bastante peculiares. Para a mesma cota de 100 m (cota máxima deste reservatório), em diferentes períodos (05 de maio e 06 de julho), a APAC disponibilizou em seu boletim dados de volumes distintos, tanto em metros cúbicos como em porcentagem.

Quadro 6. Incompatibilidades destacadas em vermelho

DATA	COTA	DNOCS		APAC	
		VOL. (m ³)	VOL. (%)	VOL. (m ³)	VOL. (%)
05/mai	100,00	14.454.600	100,0	14.455.000	100,0
16/jun	100,09	14.665.686	101,5	14.668.000	101,5
18/jun	100,05	14.571.870	100,8	14.573.000	100,8
22/jun	100,03	14.524.962	100,5	14.526.000	100,5
24/jun	100,02	14.501.508	100,3	14.502.000	100,3
28/jun	100,01	14.478.054	100,2	14.478.000	100,2
06/jul	100,00	14.454.600	100,0	14.697.000	101,7
13/jul	101,00	16.800.000	116,2	16.823.000	116,4

Fonte: Autor (2021).

Sendo interessante ressaltar que a partir da data referida em julho o volume em porcentagem começou a não ser mais compatível com os dados do DNOCS como eram antes, mesmo sabendo que o volume em metros cúbicos exibia diferenças anteriores a isso. Em todo o decorrer do monitoramento deste barramento foram encontradas inconformidades para os dados de cota x volume.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho propõe um modelo de acompanhamento hídrico visando o aprimoramento da gestão e do monitoramento hidrológico das barragens do DNOCS CEST-PE. Servindo como ferramenta para integração de dados cota x volume e apoio para melhores tomadas de decisões. Ficando disponível no setor de Operações Agrícolas.

Com o intuito de buscar respostas para as situações de incongruências encontradas se faz necessário que o DNOCS entre em contato com a ANA e APAC requerendo o acesso as novas curvas CAV, e conseqüentemente os respectivos estudos que as originaram.

Importante esclarecer que os resultados deste estudo são apenas os primeiros passos para ampliar a eficiência da gestão nos reservatórios. Precisando que ao logo dos próximos anos sejam feitas as devidas correções e atualizações pelas novas equipes que estiverem em cargo do monitoramento do nível d'água dos barramentos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. A.; NUNES, M. A. Acesso à água no semiárido brasileiro: uma análise das políticas públicas implementadas na região. **Revista Espinhaço**. v. 3, n. 2, p. 28-39, jul./out. 2014.

ARAÚJO, A. R. Água e desenvolvimento: análise da lei nº 9.433/97 sob a perspectiva do direito de acesso à água potável. **Revista Jurídica da FA7**. v. 12, n. 1, p. 106-120, jan./jun. 2015.

ARAÚJO, M. Z. T. **O desenvolvimento sustentável de regiões semiáridas do Brasil e dos Estados Unidos: O papel do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e do United States Bureau of Reclamation (USBR)**. 2013, 202 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Hídricos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará.

BRAGA, L. M. M.; FERRÃO, A. M. A. A gestão de recursos hídricos na França e no Brasil com foco nas bacias hidrográficas e seus sistemas territoriais. **Labor & Engenho**. v. 9, n. 4, p. 19-33, out./dez. 2015.

BRASIL. **Constituição Federal (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934**. Dispõe sobre o uso das águas no Brasil. Disponível: <http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/decreto/D24643.htm>. Acesso em: jan. 2021.

BRASIL. **Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus afins e mecanismos de formulação e aplicação. Disponível: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: jan. 2021.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: senado, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: Jan. 2021.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece padrões de lançamento de efluentes. Disponível: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: jan. 2021.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº20, de 18 de junho de 1986**. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. Disponível: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/1986/res_conama_20_1986_revvd_classificacaoaguas_altrd_res_conama_274_2000_revvd_357_2005.pdf>. Acesso em: jan. 2021.

CAMPOS, J. N. B.; CAMPOS, V. R. A formação dos conhecimentos em recursos hídricos e aplicações em tomadas de decisões. **Estudos Avançados**. v. 29, n. 84, p. 179-194, jun./ago. 2015.

COORDENAÇÃO DE MARCOS REGULATÓRIOS. **COMAR/SRE Nota Técnica nº14**: Marco Regulatório estabelecendo condições de uso dos recursos hídricos no sistema hídrico Bitury e Belo Jardim. Pernambuco, 2018.

COORDENAÇÃO DE MARCOS REGULATÓRIOS. **COMAR/SRE Nota Técnica nº27**: Marco Regulatório estabelecendo condições de uso dos recursos hídricos no sistema hídrico Poço da Cruz (Engenheiro Francisco Sabóia). Pernambuco, 2018.

COORDENAÇÃO DE MARCOS REGULATÓRIOS. **COMAR/SRE Nota Técnica nº5**: Marco Regulatório estabelecendo condições de uso dos recursos hídricos no sistema hídrico Barra do Juá. Pernambuco, 2019.

FINCK, J. S.; GUIMARÃES, G. M.; KOEFENDER, A.; SOUZA, C. J. R.; ALMEIDA, D. B.; MARCUZZO, F. F. N. **Diagrama unifilar de dados hidrológicos em uma bacia hidrográfica: proposta de modelo e passo a passo de como fazer constituindo os dados.** In: XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos “Ciência e tecnologia da água: inovação e oportunidades para o desenvolvimento sustentável”, 2017, Florianópolis-SC.

GOLÇALVES, F.; MARQUES, A. P. V.; BATISTA, A.; LIMA, J. D. **Evolução da legislação brasileira sobre recursos hídricos.** In: XVII Simpósio Unicamp “Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento”, 2017, Campinas.

KOEFENDER, A.; MARCUZZO, F. F. N. Modelo e conceituação de diagrama unifilar de bacia hidrográfica: o caso da sub-bacia 76. **Revista de Geografia (Recife)**. v. 33, n. 3, p. 201-229, out./set. 2016.

MARTINS, J. V. R. O acesso à informação ambiental e a gestão hídrica: uma análise da implantação do sistema nacional de informações sobre recursos hídricos (SNIRH). **Revista Eletrônica de Ciência Política**. v. 8, n. 3, p. 33-57, set./out. 2017.

MORAIS, J. L. M.; FADUL, E.; CERQUEIRA, L. S. Limites e desafios na gestão de recursos hídricos por comitês de bacias hidrográficas: um estudo nos estados do nordeste do Brasil. **Revista Eletrônica de Administração**. v. 24, n. 1, p. 238-264, jan./abr. 2018.

ROSA, A. M. R.; GUARDA, V. L. M. Gestão de recursos hídricos no Brasil: um histórico. **Revista de Direito Ambiental e Sociedade**. v. 9, n. 2, p. 197-220, mai./ago. 2019.

SILVA, A. R.; FONSECA, A. L. O.; MONTEIRO, J. P. P. G.; SANTOS, L. C. A. A gestão e monitoramento das águas: uma abordagem das legislações em Portugal e no Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 11, n. 4, p. 1512-1525, dez./jun. 2018.

SILVA, M. J. A. **A evolução legal e institucional da gestão dos recursos hídricos no Brasil.** In: XVII Simpósio Unicamp “Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento”, 2017, Campinas.

SOARES, J. A. S.; BARBOSA, E. M. Política de acesso à água no Brasil: pensando a evolução das políticas de combate à seca no semiárido. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**. v. 8, n. 4, p. 443-467, out./dez. 2019.

VIEIRA, V. P. P. B. Desafios da gestão integrada de recursos hídricos no semi-árido. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 8, n. 2, p. 7-17, abr./jun. 2003.

9. APÊNDICES / ANEXOS

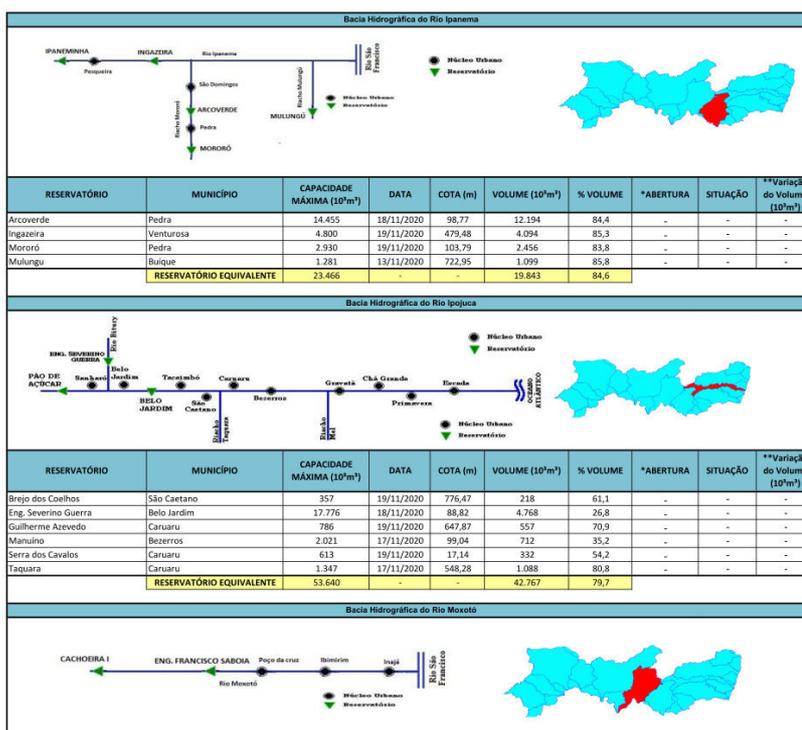
9.1. APÊNDICIES

APÊNDICE A: Modelo de planilha utilizado na convergência dos dados de cota DNOCS CEST-PE.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS - CEST-PE						
 Reservatório POÇO DA CRUZ/FRANCISCO SABÓIA						
Município: Ibimirim		Ano: 2020				
Bacia Hidrográfica: Moxotó		Capacidade Máxima: 504.000.000 m ³				
Mês	Data	Cota (m)	Volume (m ³)	Volume (%)	Situação	Fonte da Informação
FEVEREIRO	01/02/2020	418,44	33.528.955			DNOCS
	04/02/2020	418,45	33.606.462			DNOCS
	09/02/2020	418,47	33.761.878			DNOCS
	11/02/2020	418,46	33.684.104			DNOCS
	13/02/2020	418,46	33.684.104			DNOCS
	17/02/2020	418,44	33.528.955			DNOCS
	19/02/2020	418,45	33.606.462			DNOCS
	21/02/2020	418,44	33.528.955			DNOCS
	25/02/2020	418,45	33.606.462			DNOCS
	28/02/2020	418,45	33.606.462			DNOCS
MARÇO	04/03/2020	418,49	33.917.823			DNOCS
	16/03/2020	419,19	39.714.051			DNOCS
	17/03/2020	421,79	67.901.893			DNOCS
	18/03/2020	422,77	81.758.043			DNOCS
	20/03/2020	424,28	106.934.227			DNOCS
	22/03/2020	424,60	113.414.990			DNOCS
	23/03/2020	424,76	116.564.525			DNOCS
	24/03/2020	426,12	146.038.700			DNOCS
	25/03/2020	426,96	166.460.554			DNOCS
	26/03/2020	427,98	194.482.579			DNOCS
	27/03/2020	428,54	211.037.523			DNOCS
	28/03/2020	428,89	221.872.619			DNOCS
	29/03/2020	429,12	229.201.397			DNOCS
	30/03/2020	429,67	247.422.683			DNOCS
31/03/2020	430,22	266.654.542			DNOCS	

9.2. ANEXOS

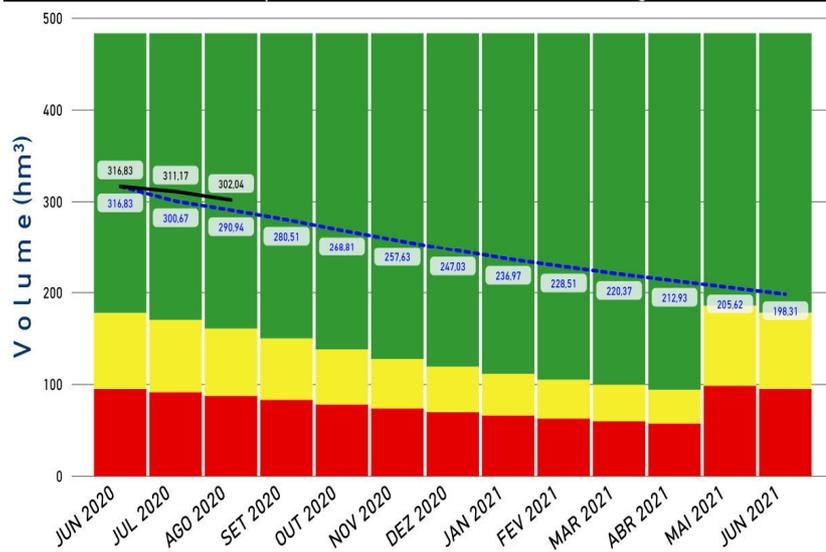
Anexo A: Trecho do boletim hidrológico APAC.



Anexo B: Trecho do boletim hidrológico ANA.

AÇUDE POÇO DA CRUZ

Volumes Esperados e Observados / Estados Hidrológicos



Data	Cota Esperada (m)	Volume Esperado (hm³)	Cota Observada (m)	Volumes Observados (hm³)
JUN 2020	431,53	316,83	431,53	316,83
JUL 2020	431,12	300,67	431,39	311,17
AGO 2020	430,87	290,94	431,16	302,04
SET 2020	430,59	280,51		
OUT 2020	430,27	268,81		
NOV 2020	429,96	257,63		
DEZ 2020	429,65	247,03		
JAN 2021	429,35	236,97		
FEV 2021	429,09	228,51		
MAR 2021	428,84	220,37		
ABR 2021	428,60	212,93		
MAI 2021	428,36	205,62		
JUN 2021	428,11	198,31		

LEGENDA	
	SEM INFORMAÇÃO