

ANÁLISE DE PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA BACIA APODI-MOSSORÓ

Jaidson de Sousa Moraes Segundo¹, Blake Charles Diniz Marques²

Resumo: A realização desse trabalho teve por objetivo analisar as perdas de diferentes serviços de abastecimento de água na Bacia Apodi-Mossoró através de indicadores. O estudo foi realizado através dos indicadores do Sistema Nacional de Informações obtidos da bacia Apodi-Mossoró com grande importância para a mesorregião do oeste potiguar. Foram coletados dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento referente a quatro indicadores operacionais relacionados as perdas, sendo eles: índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado (IN010), índice de perdas no faturamento (IN013), índice de perdas na distribuição (IN049), e o índice de perdas por ligação (IN051). A análise consistiu na utilização dos dados de 52 municípios, os quais foram especializados através de um Sistema de informações Geográficas com a criação de mapas temáticos, dos quais foram comparados entre os municípios estudados para com as médias nacionais dos anos de 2009 a 2018, o que permitiu a obtenção da criação de um ranking de perdas para o ano de 2018. Os resultados obtidos permitiram, dentre outros aspectos, identificar setores operacionais críticos, através do processo da comparação. Pode-se perceber que os municípios melhoraram de uma forma geral ao longo dos anos após o marco regulatório do saneamento e identificou-se, porém, que ainda há um longo caminho a ser percorrido para chegar nos níveis de perdas ideais. A análise de indicadores no serviço de abastecimento é essencial para avaliar o setor de saneamento em qualquer quesito, criar mecanismos de gestão, planejamento e execução de políticas públicas.

Palavras-chave: *Benchmarking*. Saneamento básico. Sistema de informações geográficas. Índice.

1. INTRODUÇÃO

A água é reconhecida como algo indispensável, limitado e fundamental para a manutenção da vida. A sua governança sempre está nos principais capítulos da agenda internacional, que nas suas últimas versões enfatizou os processos de produção da água e as perdas que ocorrem devido a inúmeros problemas, envolvendo todo o ciclo da água, desde sua captação, tratamento e a derivação até o consumidor final [1].

No Brasil, 93,0% da população urbana é atendida por rede de abastecimento de água, a média nacional de perdas na distribuição corresponde a 38,3% e somente nas regiões norte e nordeste 55,1% e 46,3%, respectivamente merecendo, assim maior atenção [2]. No Nordeste, por sua vez, o clima que predomina é o semiárido, onde sempre há escassez, o volume de chuvas é baixo e irregular durante todo ano, o que torna mais preocupante a situação, fazendo desse recurso ainda mais valioso [3].

A Bacia Apodi-Mossoró está localizada no Nordeste do Brasil, mais especificamente no estado do Rio Grande do Norte a qual corresponde a uma área de 12.276 km² equivalendo a 26,8% do território estadual e é composta por 52 municípios os quais todos estão inseridos na mesorregião do oeste potiguar.

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA), se classifica como um conjunto de obras para extração, onde o mesmo extrai a água da natureza e realiza o seu tratamento tornando-a própria para o consumo humano, transporte e fornecimento a população, em quantidade e qualidade adequada conforme o volume populacional de um país ou região [4].

Grande parte dos municípios brasileiros sofrem com a situação precária da distribuição da água, o que causa as perdas físicas, assim a preocupação com a quantificação e o estudo dos tipos de perdas atreladas à utilização da água é de extrema importância para minimizá-las ou extingui-las [5]. É ilusório pensar em um sistema onde as perdas não existam, porém, as empresas que têm a responsabilidade pelo abastecimento devem procurar sempre trabalhar para minimizar esses valores o máximo possível [6].

Dessa maneira, as perdas podem se dividir em dois grupos, o real e o aparente. O primeiro, refere-se a parcela de água que efetivamente não chega ao destino final, isto é, ao consumidor, enquanto que o segundo está relacionado ao volume de água que foi efetivamente consumido pelo usuário, porém, por algum motivo, não foi medido ou contabilizado, gerando perda de faturamento ao prestador de serviço [2]. Assim, criou-se o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para tornar-se responsável pelas informações e indicadores, desde de 1995, sobre a prestação dos serviços de água operados no Brasil. Esse sistema é considerado o maior e mais importante no setor de saneamento do país, o qual utiliza indicadores para comparação de desempenho da prestação de serviços.

Os indicadores retratam o cenário das perdas, permitindo gerenciar a evolução dos volumes perdidos, comparar diferentes sistemas de abastecimento de água e buscar ações de controle [5]. Para verificar a situação nesse aspecto

é baseado no comportamento dos indicadores, assim altos níveis de perdas e com crescimento gradual avisam a necessidade de um maior esforço para reduzir possíveis ineficiências no planejamento, manutenção e direcionamento dos investimentos e atividades operacionais e comerciais [7].

Com base nisto, instituiu-se pela Lei 11.445/2007, o marco regulatório do saneamento, considerado um grande passo para o setor, principalmente por apresentar diretrizes nacionais para o saneamento básico, o qual estabelece as entidades reguladoras como essenciais na avaliação e no monitoramento da prestação dos serviços de saneamento, a qual inclui aspectos que tangem o estabelecimento de padrões e indicadores de qualidade dos serviços prestados [8].

Existem diversas maneiras de se avaliar as perdas em um SAA, a metodologia utilizada habitualmente pelos prestadores e reguladores corresponde ao balanço hídrico, proposta pela *Internacional Water Association (IWA)*, a qual se baseia em uma matriz onde são esquematizados os processos em que a água pode passar desde o momento que entra no sistema [7]. Outra forma, é a comparação entre indicadores, conforme a seleção de indicadores de perdas para um *benchmarking*¹ entre 22 companhias estaduais de serviço de distribuição de água no Brasil [9]. Também é comum o uso de um ranking quando se trata de serviços de saneamento básico, a ARIS – Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento – SC estabelece uma metodologia na qual se comparam indicadores e estabelece um ranking do saneamento [10], e há também um ranking do saneamento definido pelo instituto Trata Brasil [11].

Contudo, as tecnologias de geoprocessamento facilitam o gerenciamento destes dados, visto que representam um conjunto de informações necessárias à tomada de decisões se tratando de assuntos relacionados com o abastecimento de água [12]. O resultado é apresentado, em geral em forma de mapas temáticos com as informações desejadas, visando a caracterização e a comparação, afim de entender a organização espacial como base para o estabelecer ações e estudos futuros [13]. Assim, a bacia Apodi-Mossoró, confere na análise da evolução das perdas com a série histórica após o Marco regulatório do Saneamento, afim de identificar o retrato das condições da gestão das perdas nos sistemas de abastecimento da mesma.

Diante disso, objetivo deste trabalho foi analisar as perdas em sistemas de abastecimento de água na bacia hidrográfica Apodi-Mossoró.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa tem caráter exploratório e descritivo, com apresentação de análises qualitativas e quantitativas, sendo considerada um estudo de caso. Enquanto que, a pesquisa exploratória aceita a visão geral do assunto, a pesquisa descritiva complementa com a exposição das características entre as variáveis. Por outro lado, o estudo de caso se aprofunda, sob diversos aspectos, na medida que permite a compreensão ampla e detalhada do que se deseja abordar. As análises qualitativas e quantitativas se referem a coleta e análise de dados de forma a mensurá-los, descrevê-los e interpretá-los [14].

2.1. Área de estudo

A bacia Apodi-Mossoró apresenta 14.276 km² de superfície, correspondente a 26,8% do território do estado e pertence a mesorregião do oeste potiguar [3], sendo composta pelos seguintes municípios: Açú, Água Nova, Alexandria, Antônio Martins, Almino Afonso, Apodi, Areia Branca, Baraúna, Campo Grande, Caraúbas, Coronel João Pessoa, Doutor Severiano, Encanto, Felipe Guerra, Francisco Dantas, Frutuoso Gomes, Gov. Dix-Sept Rosado, Grossos, Itaú, Janduís, João Dias, José da Penha, Lucrécia, Luís Gomes, Major Sales, Martins, Marcelino Vieira, Messias Targino, Mossoró, Olho d'Água do Borges, Paraú, Paraná, Patu, Pau dos Ferros, Pilões, Portalegre, Rafael Fernandes, Rafael Godeiro, Riacho de Santana, Riacho da Cruz, Rodolfo Fernandes, São Francisco do Oeste, São Miguel, Serrado Mel, Serrinha dos Pintos, Severiano Melo, Taboleiro Grande, Tenente Ananias, Upanema, Umarizal, Venha-Ver e Viçosa. Portanto, essa bacia hidrográfica é considerada uma boa área de estudo, já que, abrange a uma significativa quantidade de municípios, os quais possui semelhantes características (Figura 1).

¹benchmarking é um processo de comparação dos produtos, serviços e práticas empresarias entre os mais fortes concorrentes ou empresas podendo ser do tipo interno, competitivo, funcional ou genérico (BARDINE, 2017) [15].

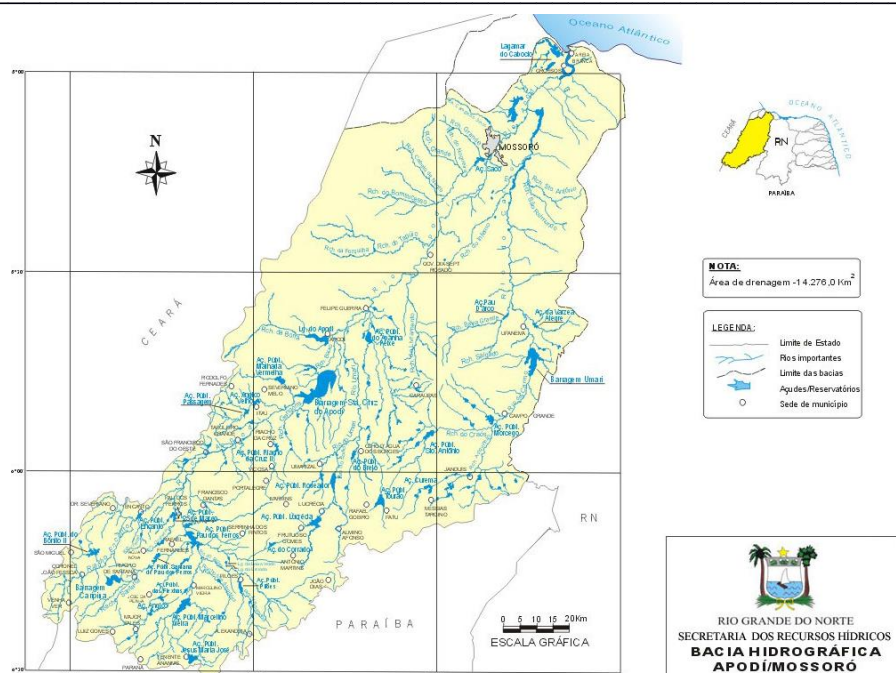


Figura 1. Bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró. Fonte: (SEMARH, 2019)

2.2. Indicadores selecionados

Os mais significativos indicadores operacionais que o SNIS disponibiliza se relacionam com a análise de perdas de água em sistemas de abastecimento de água, sendo selecionados para fazer parte da pesquisa, a saber: Micromedição, perdas de faturamento, perdas na distribuição e perdas por ligação (Quadro 1).

Quadro 1. Indicadores Analisados no estudo. (Adaptado de SNIS)

Indicador	Unidade	Descrição
Micromedição (IN010)	%	Volume micromedido em relação ao volume disponibilizado
Perdas de faturamento (IN013)	%	Porcentagem de água não faturada em relação ao volume total produzido
Perdas na distribuição (IN049)	%	Porcentagem de água não distribuída ao consumidor em relação ao volume total produzido
Perdas por ligação (IN051)	L.lig ⁻¹ .dia ⁻¹	Volume anual de perdas de água na distribuição por ligação

Os indicadores são designados pelas Equações de (1) a (4) a seguir:

$$IN010 = \frac{AG008}{AG006 + AG018 - AG019 - AG024} \times 100 \quad (1)$$

$$IN013 = \frac{AG006 + AG018 - AG011 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100 \quad (2)$$

$$IN049 = \frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100 \quad (3)$$

$$IN049 = \frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG002*} \times \frac{1000000}{365} \quad (4)$$

Onde:

AG002: Quantidade de ligações ativas de água;

AG006: Volume de água produzido;

AG008: Volume de água micromedido;

AG010: Volume de água consumido;

AG011: Volume de água faturado;

AG018: Volume de água tratada importado;

AG019: Volume de água tratada exportado;

AG024: Volume de serviço;

AG002*: utiliza-se a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo.

2.3 Obtenção, tabulação e tratamento dos dados

A obtenção dos dados dos últimos dez anos (o período relativo aos anos de 2009 a 2018) para todos os municípios foi realizada a partir do SNIS que compõem a área em estudo, conforme a Figura 2.



Figura 2. Fluxograma etapas para obtenção de dados SNIS. (Autoria própria)

Os indicadores dos municípios da bacia estudada foram espaçados em intervalos de 3 anos para melhor visualização dos dados, sendo eles: 2009, 2012, 2015 e 2018. Iniciou-se em 2009 dois anos após surgimento do marco regulatório de saneamento, até 2018 que foi o último ano com dados disponíveis no SNIS. Os indicadores selecionados visam avaliar a prestação dos serviços de abastecimento de água sob seus aspectos. Após o download dos dados, foi gerada uma planilha para cada ano de estudo. Através dos bancos de dados espaciais (*shapefile*²) obtidos pelo site do IBGE foram selecionados os municípios da bacia Apodi-Mossoró, que apresenta as delimitações dos municípios contidos na mesma, criando novas *shapefiles*, em que facilita a correlação dos indicadores, para cada ano de estudo. Por fim, foram criados mapas temáticos com o software QGIS que é um SIG de código aberto e gratuito, ele é compatível com diversos arquivos tornando possível o tratamento de muitos tipos de dados inclusive mapas (QGIS, 2017) [16] comparando com as médias nacionais dos indicadores na série histórica da bacia Apodi-Mossoró e gráficos de classificação dos indicadores.

2.4. Critérios de avaliação para o ranking de perdas

Foram definidos os seguintes critérios de avaliação espaçados em 20% para os indicadores em porcentagem e espaçados a cada 200 l.lig⁻¹dia⁻¹ para o índice de perdas por ligação na construção dos gráficos. A avaliação e construção do ranking das perdas para cada município alcançou o valor máximo de 12 pontos, conforme Quadro 2 a seguir:

Quadro 2. Intervalos para classificação e pontuação. (Autoria Própria)

Descrição	IN013, IN049 (%)	IN010 (%)	IN051 (l.lig ⁻¹ dia ⁻¹)	Pontuação	Tipo de Intervenção
Ideal	valor < 20	valor ≥ 60	valor < 200	3	Manutenção e aperfeiçoamento
Bom	40 > valor ≥ 20	60 > valor ≥ 40	400 > valor ≥ 200	2	Intervenção desejável, ação a médio prazo
Regular	60 > valor ≥ 40	40 > valor ≥ 20	600 > valor ≥ 400	1	Intervenção prioritária, ação a curto prazo
Ruim	valor ≥ 60	valor < 20	valor ≥ 600	0	Intervenção prioritária, ação imediata

²Shapefile é um formato de armazenamento de dados de vetor da Esri para armazenar a posição, forma e atributos de feições geográficas. É armazenado como um conjunto de arquivos relacionados e contém uma classe de feição. (PORTAL ARCGIS, 2018) [17].

Assim definidos, foram atribuídas cores para cada critério: Ideais (verde), Bons (Amarelo), Regulares (Laranjas) e Ruins (vermelhos) e foram criadas planilhas formando as matrizes para criação dos gráficos com os seguintes critérios para cada município analisado conforme o Quadro 3 a seguir:

Quadro 3. Matriz de Avaliação. (Autoria Própria)

Município	2009	2012	2015	2018
IN010				
IN013				
IN049				
IN051				

Onde:



3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item são apresentados os resultados e discussões obtidos através desse estudo, mostrando uma análise das perdas na bacia hidrográfica Apodi-Mossoró para os anos de 2009, 2012, 2015 e 2018, serão mostrados em 3 formas conforme metodologia sendo mapas temáticos comparando municípios com as médias nacionais, gráficos mostrando a quantidade conforme classificação em ideais, bons, regulares e ruins e por fim a elaboração de um ranking para o ano de 2018.

3.1. Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado

Para o ano de 2009 (A) não haviam informações sobre o índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado assim não foi possível a elaboração do mapa para este ano, percebe-se uma diminuição em relação à média nacional o que não se configura como bom já que se espera um valor maior possível para este indicador, em relação a área estudada percebe-se uma melhoria na série histórica analisada, já que, em 2012 (B) apenas sete municípios encontravam-se acima da média nacional passando para 20 em 2015 (C) e 31 em 2018 (D), conforme pode ser visto na Figura 3.

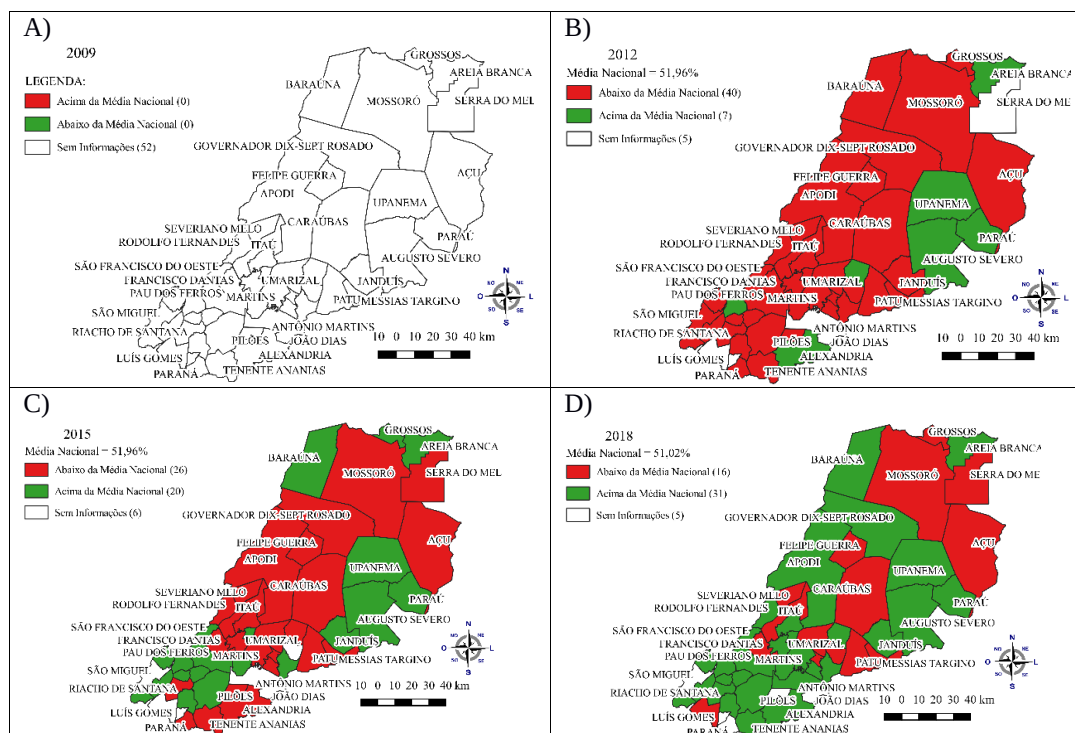


Figura 3. Índices de micromedição relativo ao volume disponibilizado por ano: 2009 (A); 2012 (B); 2015 (C); e 2018 (D)(Autoria própria)

Em relação ao Gráfico 1 que é mostrado a seguir é possível notar que a quantidade de municípios ideais aumentou de sete em 2012 para 31 em 2018, e municípios ruins caíram de 11 para apenas um, o município de Serra do mel com 12,72%, sete municípios apresentaram piores quando comparado 2009 a 2018 sendo eles São Miguel, Pilões, Paraná, Alexandria, Olho d'água do Borges, Upanema e Patu no qual a pior variação foi a de São Miguel a qual merece maior atenção, já a maior variação positiva ficou para o município de São Francisco do Oeste.

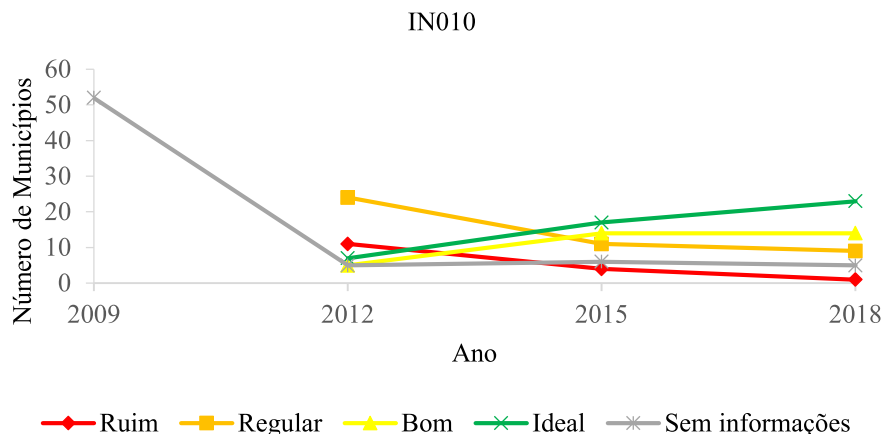


Gráfico 1. Classificação do índice de micromedição. (Autoria própria)

3.2. Índice de Perdas no Faturamento

Na Figura 4, observa-se a evolução do índice de perdas no faturamento entre 2009 (A) e 2018 (D), que para as médias nacionais de 2009 (A) até 2015 (C) o índice diminuiu, porém em 2018 (D) há um aumento o que não é esperado, pois normalmente esse indicador é o menor possível, em relação as comparações dos municípios com as médias nacionais. Nessa perspectiva, há uma evolução onde mantêm esse índice em 13 abaixo da média nacional em 2009 (A) e 2012 (B), em 2015 (C) foram 25 municípios que atendem a comparação e em 2018 (D) chegando a 30 municípios.

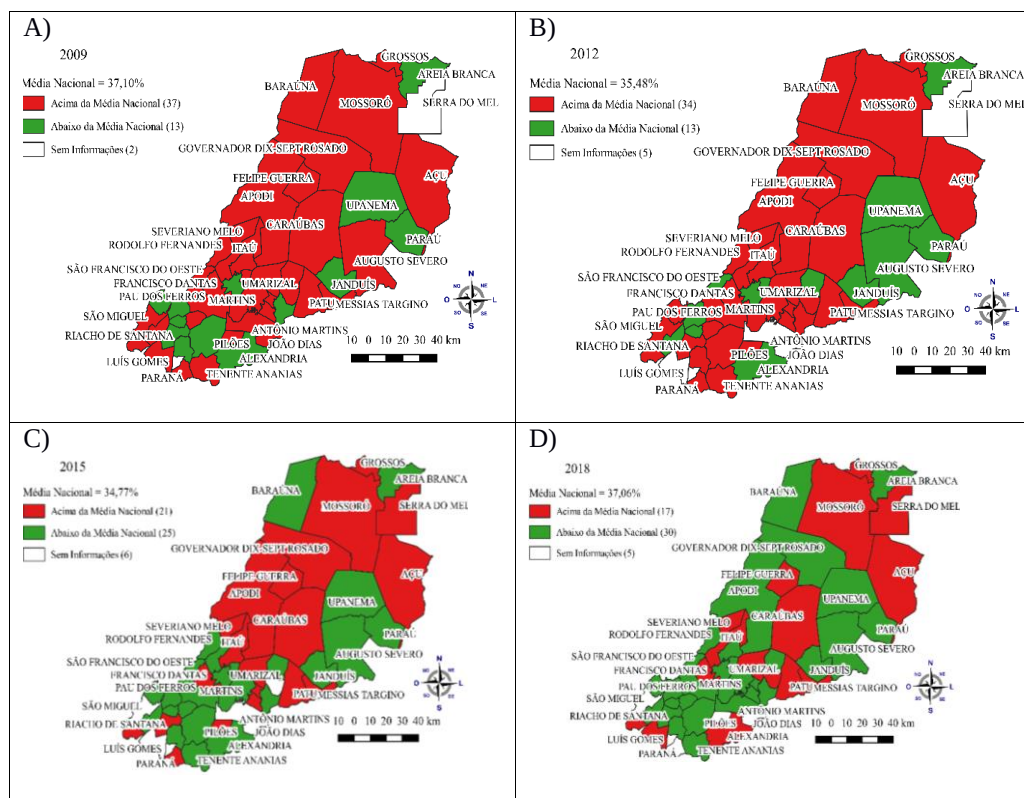


Figura 4. Índice de Perdas no Faturamento por ano: 2009 (A); 2012 (B); 2015 (C); e 2018 (D)(Autoria própria)

Quanto à quantidade de municípios ideais, observa-se no Gráfico 2 que a classificação do índice de perdas no faturamento aumentou de 6 em 2009 para 24 em 2018. Por outro lado, os municípios ruins saíram de 11 para apenas 2 em 2018, sendo os municípios de Messias Targino com 68% e Serra do mel com 83%, quatro municípios apresentaram pioras quando comparado 2009 a 2018 sendo eles Upanema, Alexandria, Messias Targino e Encanto.

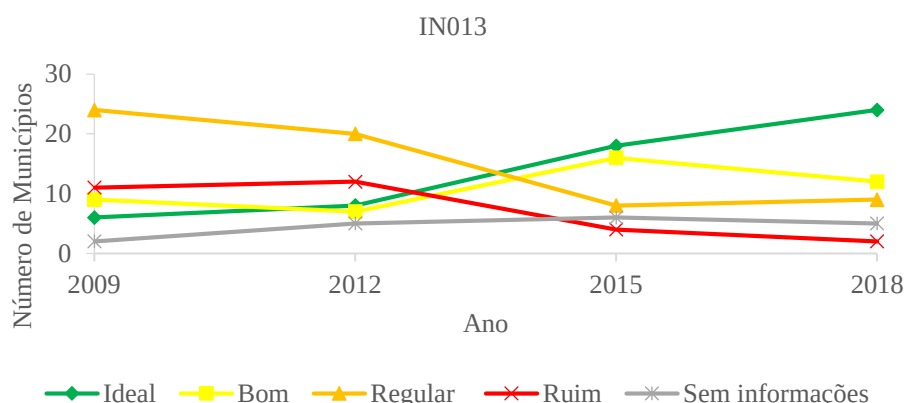


Gráfico 2. Classificação do índice Perdas no Faturamento. (Autoria própria)

3.3. Índice de Perdas na distribuição

Os índices de perdas na distribuição, mostrados na Figura 5, em relação as médias nacionais de 2009 (A) para 2012 (B) e 2015 (C) o índice diminuiu, porém para 2018 (D) há um aumento o que não é esperado já que se espera que esse indicador seja o menor possível, em relação as comparações dos municípios com as médias nacionais há uma evolução onde se mantem em sete abaixo da média nacional em 2009 (A) e 2012 (B), em 2015 (C) são 19 municípios que atendem a comparação e em 2018 (D) chegando a 28 municípios.

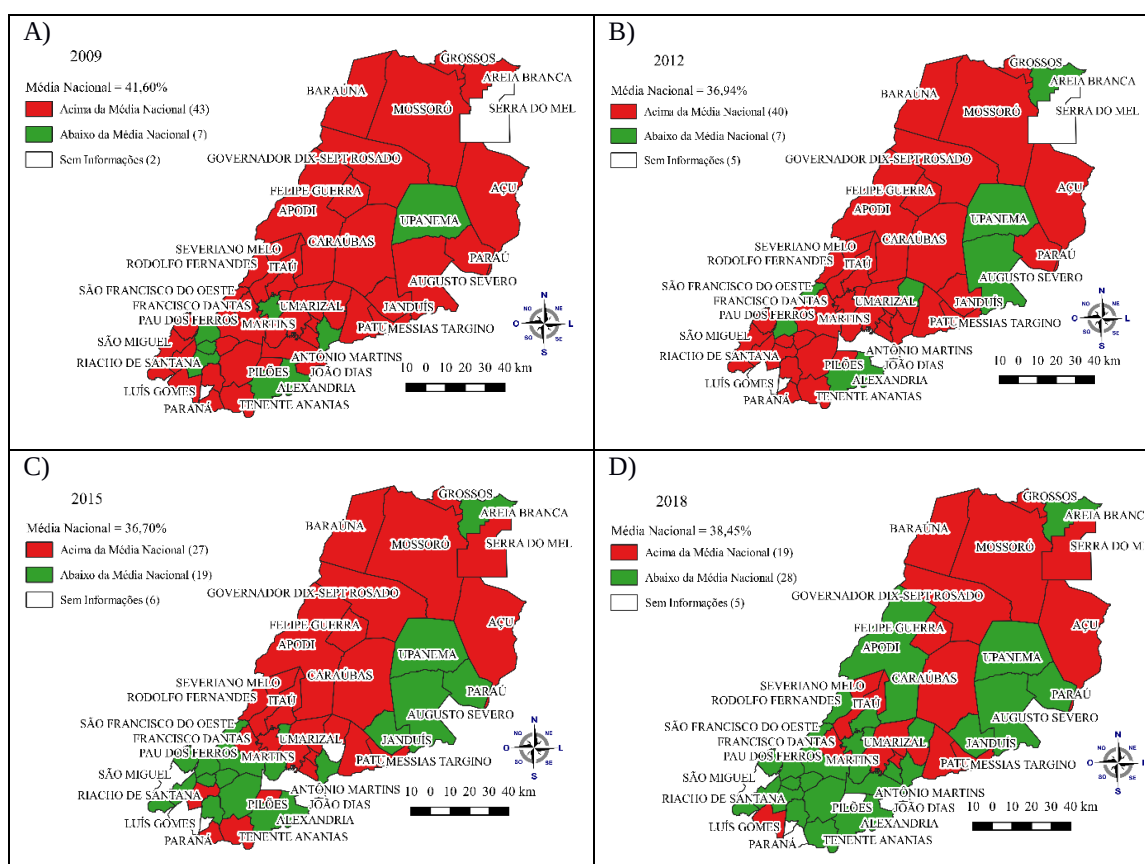


Figura 5. Índice de Perdas na distribuição por ano: 2009 (A); 2012 (B); 2015 (C); e 2018 (D)(Autoria própria)

No Gráfico 3 é possível notar uma variação positiva nos municípios ideais, onde percebe-se que a quantidade de municípios ideais aumentou de 2 em 2009 para o 8 em 2018, e municípios ruins de 18 para 6 havendo então

uma melhora quanto ao indicador analisado sendo o município de Serra do Mel o pior com cerca de 87% de perdas, ou seja, quase todo o volume produzido no município é perdido na distribuição fator de bastante preocupação, merecendo uma ação imediata por meio dos gestores. Já o destaque positivo fica por conta de Encanto e Água Nova que apresentaram indicadores inferiores a 10% em 2018.

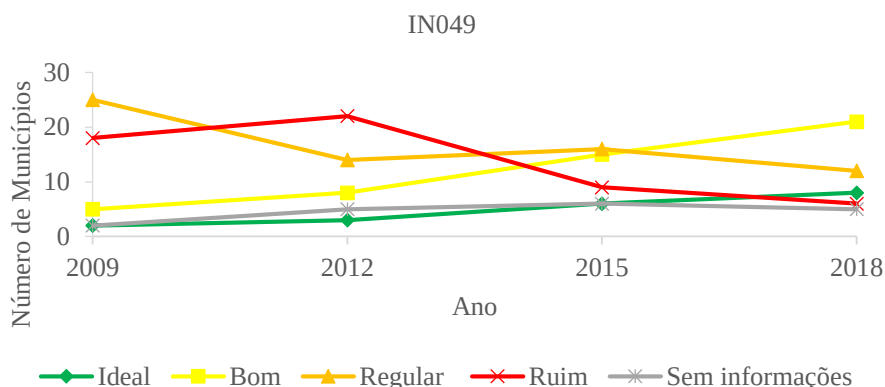


Gráfico 3. Classificação do índice de Perdas na distribuição. (Autoria própria)

3.4. Índice de Perdas por ligação

A Figura 6 em relação aos índices de perdas por ligação nas médias nacionais nota-se que de 2015 (C) para 2018 (D) há um aumento de 327,02 para 339,26 L.lig⁻¹.dia⁻¹ o que não é esperado, já que, a normalidade desse indicador apresenta o menor valor possível. Quanto à área estudada em 2009 (A), verificou-se que 27 estavam abaixo da média nacional, em 2012 (B) diminuíram para 15, e em 2015 (C) eram 35 e 2018 (D) foram 34 analisando de 2009 (A) para 2018 (D) houve uma melhora porém não era esperado que este diminuísse de 27 para 15 nos anos de 2009 (A) para 2012 (B).

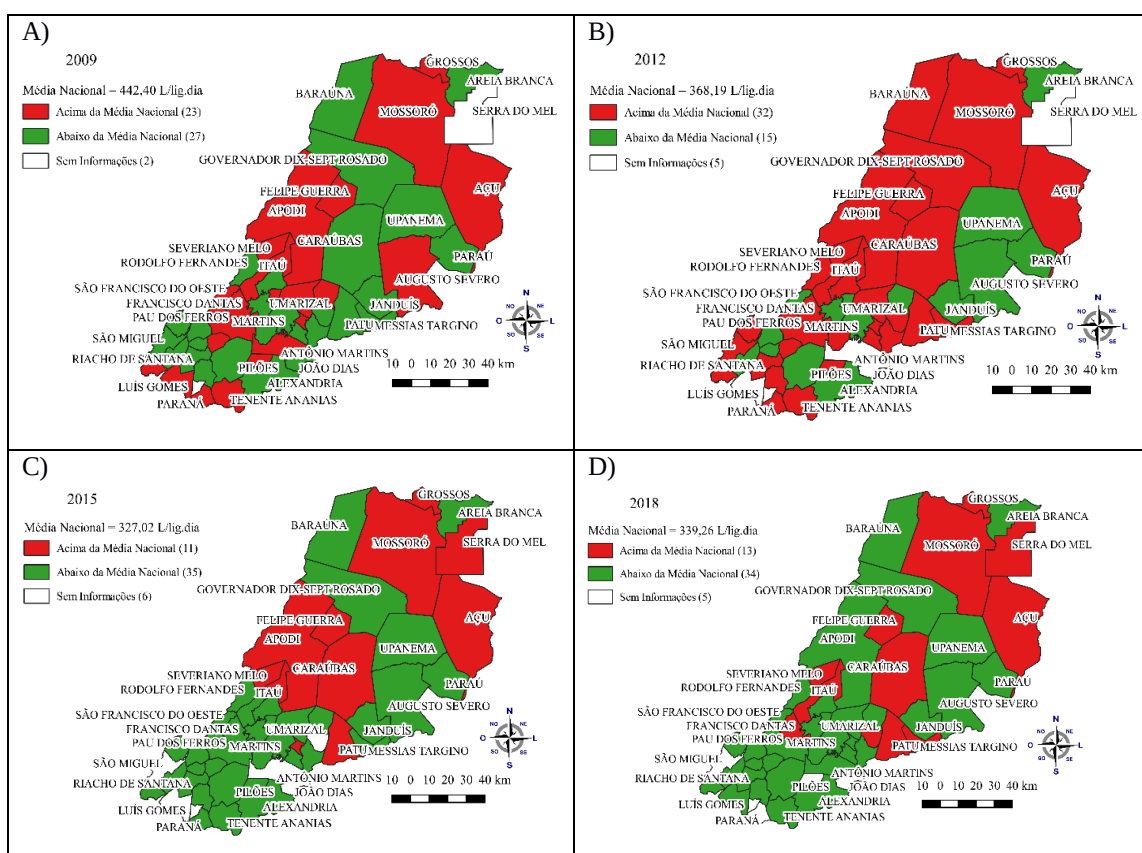


Figura 6. Índices de Perdas por ligação por ano: 2009 (A); 2012 (B); 2015 (C); e 2018 (D)(Autoria própria)

A evolução dos índices de perdas por ligação entre 2009 e 2018, estão apresentadas no Gráfico 4. Observou-se que no primeiro ano os indicadores considerados ideais eram sete e em 2018 eram 29, ou seja, 22 municípios conseguiram melhorar seu desempenho para ideais. Já os que eram considerados como ruins diminuíram de 11 para três fator é também positivo.

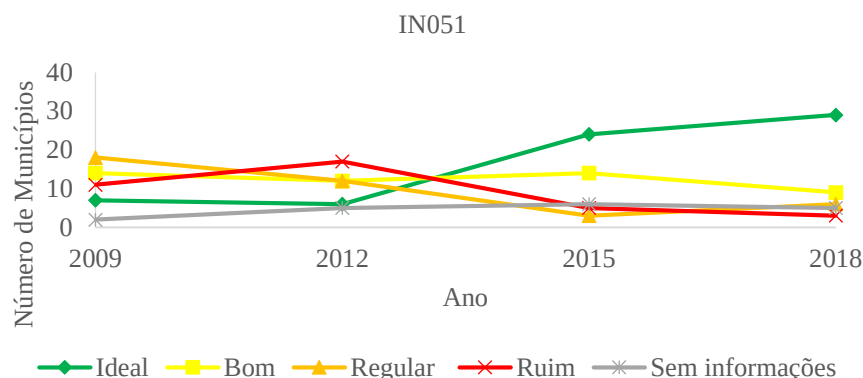


Gráfico 4. Classificação do índice de Perdas por ligação. (Autoria própria)

3.5. Ranking das perdas na Bacia Apodi-Mossoró 2018

Por fim, foi elaborado o ranking dos municípios da bacia estudada conforme Quadro 4, foi possível notar que os 10 melhores municípios são menores em termo populacional, nove deles possuem população até dez mil habitantes, nos quais dos seis que atingiram a nota máxima de 12 pontos, quatro possuem população até cinco mil habitantes sendo eles Água Nova (3230 habitantes), Almino Afonso (4761 habitantes), São Francisco do Oeste (4200 habitantes) e Venha-ver (4149 habitantes) fator que pode ser explicado devido a menor complexidade por se tratar de um sistema ser menor. Assim, sua gestão pode ser melhor com uma intervenção nesses sistemas, a qual requer manutenção e aperfeiçoamento. Contudo, os municípios devem serem tomados como referência positiva, já que, apresentaram melhor pontuação no ranking das perdas.

Quadro 4. Ranking das Perdas 2018. (Autoria Própria)

COLOCAÇÃO	MUNICÍPIO	IN010	IN013	IN049	IN051	PONTOS TOTAIS
1º	Água Nova					12
2º	Almino Afonso					12
3º	Doutor Severiano					12
4º	Venha-Ver					12
5º	São Francisco do Oeste					12
6º	José da Penha					12
7º	Encanto					11
8º	Paraú					11
9º	Frutuoso Gomes					11
10º	Augusto Severo					11
11º	Viçosa					11
12º	Coronel João Pessoa					11
13º	Olho-d'Água do Borges					11
14º	Areia Branca					11
15º	Riacho da Cruz					11
16º	Marcelino Vieira					11
17º	Riacho de Santana					11
18º	Janduís					11
19º	Rafael Fernandes					11
20º	Serrinha dos Pintos					11
21º	Portalegre					11
22º	Pau dos Ferros					11
23º	Antônio Martins					10
24º	Rodolfo Fernandes					10
25º	Umarizal					10

26°	Alexandria					9
27°	Tenente Ananias					9
28°	Apodi					9
29°	Martins					9
30°	Lucrécia					7
31°	Upanema					7
32°	Baraúna					7
33°	Governador Dix-Sept Rosado					7
34°	Francisco Dantas					7
35°	Taboleiro Grande					7
36°	Luís Gomes					7
37°	Itaú					6
38°	Caraúbas					5
39°	Rafael Godeiro					5
40°	Messias Targino					4
41°	Mossoró					4
42°	Açu					3
43°	Patu					3
44°	Severiano Melo					3
45°	Grossos					2
46°	Felipe Guerra					2
47°	Serra do Mel					0

Em relação aos piores municípios foi possível notar que o processo ocorre ao contrário, os piores municípios são maiores em termo populacional sendo que estão entre eles os dois maiores, com mais de cinquenta mil habitantes, com 4 pontos Mossoró (300102 habitantes) onde apresentou desempenho regular nos 4 índices, merecendo uma intervenção prioritária com ação a curto prazo e Açu (57972 habitantes) com 3 pontos apresentando o índice de perdas na distribuição ruim. Desse modo, se faz necessário a intervenção prioritária, com ações imediatas de melhorias e combate às perdas e os outros três índices regulares.

Destaca-se que todos os municípios com médias de ruins, necessitam de maior volume de água, em consonância com [1] que notaram ao fazer a comparação entre diferentes SAA do agreste brasileiro que as cidades acima de cinquenta mil habitantes apresentaram índices abaixo das demais faixas populacionais [1]. O município de serra do mel foi o que obteve o pior desempenho, não conseguindo obter nenhum ponto, o qual merece intervenção prioritária imediata, os municípios de João Dias, Paraná, São Miguel, Paraná e Pilões devido à falta de informações.

4. CONCLUSÕES

Pode-se observar que como nos demais municípios do Brasil as perdas na distribuição de água são enormes, assim o estudo realizado é um dos primeiros passos para que haja melhorias em todas as concessionárias de abastecimentos do país, e da área estudada, para que estas possam perceber áreas prioritárias vindo a buscar a minimização dessas perdas para evitar desperdícios, contaminação da água e dos valores cobrados a população por essas perdas. Com os fatores pesquisados e analisados pode-se perceber que o município de Serra do Mel se encontra em um estágio retardatário em vista aos demais analisados, os municípios de Mossoró e Açu também chamaram a atenção pelo fato de serem os maiores em termos populacionais e apresentarem um desempenho ruim, merecendo então maior atenção dos gestores.

Por fim, foi possível notar em alguns casos dados que não são pertinentes a realidade, fator esse que pode ser devido suas próprias companhias repassarem as informações ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Dessa maneira para que haja melhoria é necessário haver uma intervenção com ações que venham a reduzir essas perdas, e consequentemente, realizar outros estudos com outras metodologias e mais detalhados acerca desse tema, os quais poderá servir de auxílio na tomada de decisão dos gestores da área em estudo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BEZERRA, Saulo de Tarso Marques; PERTEL, Monica; MACÊDO, José Eloim Silva de. Avaliação de desempenho dos sistemas de abastecimento de água do Agreste brasileiro. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 19, n. 3, p.249-258, set. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212019000300336>.
- [2] SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos (anos-base 2009 a 2018). Brasília: Ministério das Cidades. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em: 30 nov. 2019.
- [3] SEMARH-RN. Secretária do meio ambiente e dos recursos hídricos do RN. Disponível em:

- <<http://servicos.searh.rn.gov.br/semarh/sistemadeinformacoes/consulta/cBaciaDetalhe.asp?CodigoEstadual=01>>. Acesso em: 10 dez. 2019.
- [4] FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Manual de Saneamento. 3. ed. Brasília: 2004. 164 p.
- [5] CARVALHO, F. S. de; PEPLAU, G. R. CARVALHO, G. da S. PEDROSA, V. de A. Estudos sobre perdas no sistema de abastecimento de água da cidade de Maceió. In: VII Simpósio de recursos hídricos do Nordeste. 7., Maceió. 2004.
- [6] TSUTIYA, M. T. Abastecimento de água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 3ª Edição, 2006.
- [7] GO ASSOCIADOS (São Paulo). PERDAS DE ÁGUA 2018 (SNIS 2016): DESAFIOS PARA DISPONIBILIDADE HÍDRICA E AVANÇO DA EFICIÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO. 2018. Trata Brasil. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/perdas-2018/estudo-completo.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2019.
- [8] BRASIL, Lei Federal. Lei federal 11.445, de 05 de janeiro de 2007: Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 01 jan. 2020.
- [9] PERTEL, Monica et al. Uso de indicadores de perdas para seleção de um benchmarking entre as companhias estaduais de serviço de distribuição de água no Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre-rs, v. 21, n. 1, p.159-168, mar. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41520201600100120418>.
- [10] ARIS – Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento - SC. Resoluções Normativas e Estudos Técnicos. Informações disponíveis em: <http://www.aris.sc.gov.br/>.
- [11] BRASIL. INSTITUTO TRATA BRASIL. Ranking do Saneamento Instituto Trata Brasil 2016. 2016. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/ranking/2016/relatorio-completo.pdf>>. Acesso em: 4 jan. 2020.
- [12] Ribeiro, A.A.C. Aplicações de sistemas de informações geográficas em empresa de saneamento. Edição: Universidade de Cruzeiro do Sul, Geoprocessamento aplicado ao planejamento urbano e rural. Vitória, 2012.
- [13] CALDO, L. A.; MAGALHÃES FILHO. SIG aplicado ao uso de indicadores de saneamento em municípios da Bacia do Alto Paraguai. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 485 – 495, 2014.
- [14] GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [15] BARDINE, Renan. Benchmarking. 2017. Disponível em: <<https://www.coladaweb.com/administracao/benchmarking>>. Acesso em: 10 outubro 2019.
- [16] QGIS - The Leading Open Source Desktop GIS. Disponível em: <http://www.qgis.org/pt_BR/site/about/index.html>. Acesso em: 06 jan. 2020.
- [17] ARCGIS. Ajuda do ArcGIS Online: Shapefiles. 2018. Disponível em: <<https://doc.arcgis.com/pt-br/arcgis-online/reference/shapefiles.htm>>. Acesso em: 20 dez. 2019.



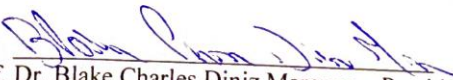
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CENTRO DE ENGENHARIAS

ATA DA DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

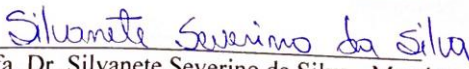
Às 16h30min horas do dia 05 de fevereiro do ano de dois mil e vinte, na sala de aula do laboratório de Análise de Solo, água e planta do Semiárido, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA reuniu-se a banca examinadora de defesa do TCC de autoria do discente **Jaidson de Sousa Morais Segundo**, aluno do curso de Ciência e Tecnologia, desta instituição com o título, "**ANÁLISE DE PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA BACIA APODI-MOSSORÓ**". A Banca Examinadora ficou assim constituída: **Prof. Dr. Blake Charles Diniz Marques**, presidente da banca e orientador do TCC; **Prof. Dr. Rafael Oliveira Batista** e a **Profa. Dr. Silvanete Severino da Silva**, como membros. Foram registradas as seguintes ocorrências: após a apresentação do aluno pelo Presidente da banca, ocorreu a apresentação do TCC, seguido de questionamentos pelos membros da banca. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, em reunião fechada, tendo a aluna obtida às seguintes notas: 10 (dez); 10 (dez) e 10 (dez). Apuradas as notas verificou-se que a aluna foi aprovada com média geral **10 (dez)** fazendo jus, portanto, ao título de Bacharel em Ciência e Tecnologia. E para constar, eu, **Blake Charles Diniz Marques**, lavrei a presente ata que, após lida e aprovado pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

Mossoró, 05 de fevereiro de 2020.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora.


Prof. Dr. Blake Charles Diniz Marques – Presidente


Prof. Dr. Rafael Oliveira Batista - Membro


Profa. Dr. Silvanete Severino da Silva - Membro