

PROPOSTA DE REGIONALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL E DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO ESTADO DO AMAPÁ NO CONTEXTO DO NOVO MARCO REGULATÓRIO DO SANEAMENTO BÁSICO (LEI N.º 14.026/2020)

Cinthia Paola Martins **Ferreira**¹, Francisco Carlos Lira **Pessoa**², Arthur Julio Arrais **Barros**³,
Lorena Conceição Paiva de **Ataide**⁴

(1 – Universidade Federal do Pará, cinthiapaola2021@outlook.com, <https://orcid.org/0009-0009-0792-578X>; 2 – Universidade Federal do Pará, fclpessoa@ufpa.br, <https://orcid.org/0000-0002-6496-9043>; 3 – Universidade Federal do Pará, arthur.barros@itec.ufpa.br, <https://orcid.org/0000-0002-0895-8809>; 4 – Universidade Federal do Pará, lorenaataide07@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2022-6798>)

Resumo: O planejamento, a implantação e o controle de infraestruturas e instalações operacionais de saneamento básico configuram um dos maiores desafios na pauta das políticas públicas das cidades brasileiras, sendo um dos componentes da urbanização que se encontram aquém do esperado frente às metas do Novo Marco Legal do Saneamento (Lei n.º 14.026/2020). Desse modo, o Estado do Amapá visa universalizar e melhorar a qualidade dos serviços de água e esgoto até 2033 e 2040 respectivamente. Diante do exposto, o objetivo da pesquisa é apresentar uma proposta de regionalização com blocos de referência destes serviços, utilizando a metodologia que consiste na análise de agrupamento hierárquica de Ward, com base nos indicadores do Sistema Nacional de Informações de Saneamento e no Índice de Desenvolvimento Humano. O resultado apontou 3 blocos de referência, em que os municípios do Amapá foram agrupados considerando suas similaridades. Assim, o estudo contribui com pesquisas sobre saneamento no Amapá, que é uma vertente muito carente, fortalecendo a importância de políticas públicas para a região.

Palavras-chave: Saneamento Urbano; Desenvolvimento Regional; Concessão.

PROPOSAL FOR THE REGIONALIZATION OF PUBLIC DRINKING WATER

SUPPLY AND SEWAGE SERVICES IN THE STATE OF AMAPÁ IN THE CONTEXT OF THE NEW REGULATORY FRAMEWORK FOR BASIC SANITATION (LAW NO. 14.026/2020)

Abstract: The planning, implementation and control of basic sanitation infrastructures and operational facilities is one of the biggest challenges on the public policy agenda in Brazilian cities, and is one of the components of urbanization that falls short of the goals of the New Legal Framework for Sanitation (Law No. 14.026/2020). In this way, the state of Amapá aims to universalize and improve the quality of water and sewage services by 2033 and 2040 respectively. In view of the above, the aim of the research is to present a regionalization proposal with reference blocks for these services, using the methodology consisting of Ward's hierarchical cluster analysis, based on the indicators of the National Sanitation Information System and the Human Development Index. The result showed 3 reference blocks, in which the municipalities of Amapá were grouped considering their similarities. In this way, the study contributes to research into sanitation in Amapá, which is sorely lacking, strengthening the importance of public policies for the region.

Keywords: Urban Sanitation; Regional development; Concession.

PROPUESTA DE REGIONALIZACIÓN DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DE SANEAMIENTO EN EL ESTADO DE AMAPÁ EN EL CONTEXTO DEL NUEVO MARCO REGULATORIO DEL SANEAMIENTO BÁSICO (LEY N.º 14.026/2020)

Resumen: La planificación, la implementación y el control de las infraestructuras y las instalaciones operativas de saneamiento básico constituyen uno de los mayores retos en la agenda de las políticas públicas de las ciudades brasileñas, ya que es uno de los componentes de la urbanización que se encuentra por debajo de lo esperado en relación con los objetivos del Nuevo Marco Legal del Saneamiento (Ley n.º 14.026/2020). De este modo, el estado de Amapá pretende universalizar y mejorar la calidad de los servicios de agua y alcantarillado hasta 2033 y 2040, respectivamente. En vista de lo anterior, el objetivo de la investigación es presentar una propuesta de regionalización con bloques de referencia de estos servicios, utilizando la metodología que consiste en el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward, basado en los indicadores del Sistema Nacional de Información de Saneamiento y en el Índice de Desarrollo Humano. El resultado señaló tres bloques de referencia, en los que se agruparon los municipios

de Amapá teniendo en cuenta sus similitudes. Así, el estudio contribuye a la investigación sobre el saneamiento en Amapá, que es un aspecto muy deficitario, reforzando la importancia de las políticas públicas para la región.

Palabras clave: Saneamiento urbano; Desarrollo regional; Concesión.

Introdução

No Brasil a política de desenvolvimento regional vem sendo assumida pelo Estado desde a segunda metade do século XX, considerada um dos processos que visam à redução da desigualdade, da miséria e da fome, e com garantias de direitos à população, incluindo os sistemas de saneamento básico. A partir de 1980 essa política faz parte da agenda de compromissos do Governo Federal como indutora de crescimento das regiões menos favorecidas, econômica e socialmente, como é o caso das regiões Norte e Nordeste.

Em 2007, foi instituído o Marco Regulatório do Saneamento Básico pelo Governo Federal, atualizado em 2020 mediante promulgação da Lei n.º 14.026/2020, que contempla, dentre as suas diretrizes, a prestação regionalizada dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, a oferta dos serviços pelas concessionárias, seja pública ou privada, pelo Estado ou por concessão da outorga do serviço e a garantia da universalização do acesso e de condições dignas à população. A nova proposta do Marco Regulatório é um dos elementos para dinâmica de gerar qualidade de vida dos brasileiros até 2033, seguindo as metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS da Organização das Nações Unidas – ONU.

Nesse contexto, o saneamento é entendido como condição básica à saúde e ao desenvolvimento da população, tendo em vista que sem esses serviços as pessoas adoecem e são privadas do exercício de sua cidadania em condições mais amplas (Paganini & Bocchiglieri, 2021). Os instrumentos legais do setor de saneamento básico obrigam o Estado a universalizar os serviços e conceder direitos à população para ter água potável pela rede pública, rede de esgoto com tratamento, drenagem urbana e coleta de resíduos sólidos; refletindo em condição urbanística aceitável e em meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Ainda que todos esses elementos fizessem parte da política de saneamento no país, já por muito tempo, os questionamentos feitos são os mesmos: Por que ainda não se conseguiu universalizar os serviços? Por que os indicadores apontam uma desigualdade regional com muitas diferenças entre as localidades? As respostas se confirmam nos indicadores de acesso à cobertura com saneamento básico nas regiões brasileiras, sendo o Norte com 29,6% e Nordeste

com 41,1% de suas populações residindo em domicílios com abastecimento diário de água ligados pela rede geral e infraestrutura de armazenamento, já o Sul com 60,9%, o Centro-Oeste com 71,2% e o Sudeste com 81,4% (IBGE, 2021).

Especificamente em Macapá, a capital Amapaense, que concentra 58,4% da população do Estado, somente 37,60% tem acesso à rede de distribuição de água e apenas 11,30% da população tem acesso à rede coletora de esgoto sanitário. Esses são dados refletem a péssima condição, baixos indicadores sociais e o último lugar em pobreza segundo o IBGE em 2021.

Para o Governo do Amapá (SEPLAN, 2020), o projeto de concessão do saneamento é um avanço, com projeções de que em 4 anos acontecerá incremento de cobertura na distribuição de água potável, ultrapassando os atuais 37% para 55%, podendo chegar a 99% em 11 anos. Já no componente esgotamento sanitário, em 4 anos, a cobertura avançará de 8% para 20%, e, em 18 anos, a projeção é de 90%. Assim, a prestação de serviços, trazem também o debate da necessidade de investimentos em infraestrutura, que, por definição, requer maior volume de capital disponibilizado pelas empresas prestadoras dos serviços (Cruz, 2021).

Dentre os métodos estatísticos utilizados para investigar questões relacionadas ao saneamento básico e recursos hídricos destaca-se a análise de agrupamento (Cluster Analysis). Essa técnica atua em um universo multivariado e permite o agrupamento das variáveis de acordo com suas características comuns, auxiliando na interpretação dos dados (Singh et al., 2004). Santos et al. (2019) destacam que esse tipo de análise é adequado para diferentes propósitos e situações, o que torna sua aplicação abrangente e eficaz para diversos estudos.

Diversas pesquisas relatadas na literatura demonstram a utilidade da análise de Cluster, seja na identificação de regiões homogêneas (Pessoa, 2015; Gonçalves et al., 2016; Lira et al., 2020), caracterização de águas subterrâneas (Almeida et al., 2016; Yang et al., 2020), distribuição espacial da precipitação (Singh et al., 2017; Santos et al., 2019), gestão de bacias hidrográficas (Jehn et al., 2020; Ataíde, 2021) e monitoramento da qualidade da água (Souza et al., 2021; Warsito et al., 2021).

Rodrigues Junior et al. (2022) utilizaram a análise de agrupamento para identificar as relações entre os serviços de saneamento com os impactos socioambientais em Sergipe. Ao avaliar variáveis interdependentes, Gondo (2019) identificou semelhanças entre 15 cidades etíopes em termos da precariedade no gerenciamento de resíduos sólidos. Através de indicadores que abrangem dimensões sociais, econômicas, habitacionais e de saneamento ambiental, Crispim et al. (2019), utilizaram o método de agrupamento hierárquico de Ward para

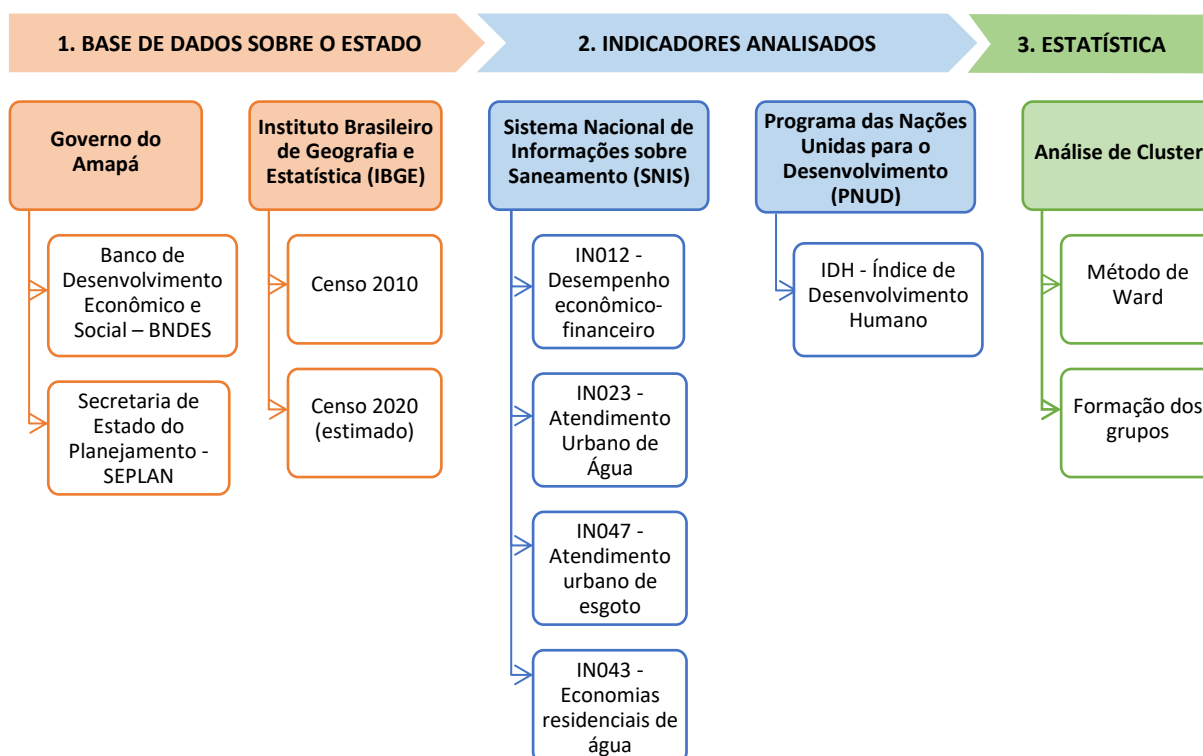
analisar o comportamento dos municípios do Marajó-PA, formando 4 grupos similares.

Dessa forma, o objetivo da presente pesquisa consiste no desenvolvimento de proposta de regionalização dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário para o Estado do Amapá mediante aplicação de metodologia de análise de agrupamento, visando à criação de blocos de referência para os 16 municípios e ao atendimento do Novo Marco Regulatório do Saneamento Básico – Lei n.º 14.026/2020. Uma vez que a prestação dos serviços de abastecimento de água potável e de coleta e tratamento de esgoto sanitário no estado do Amapá não destoa da maioria dos estados brasileiros, estando aquém do que prevê os instrumentos legais acerca da universalização de acesso aos serviços.

Material e Métodos

O estudo utiliza base de dados secundários, como relatórios, documentos, leis e artigos. Também buscou informações acerca do projeto elaborado pelo Banco de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES para a concessão dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Amapá, bem como contratos de concessão do Governo do Estado do Amapá, disponibilizado pela Secretaria de Estado do Planejamento – SEPLAN. As etapas realizadas no desenvolvimento da pesquisa estão descritas na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma da metodologia aplicada no estudo.



Área de Estudo

O Estado do Amapá está localizado na região norte do Brasil, possui 16 municípios divididos em um território de 142.470,762 km², compreendendo cerca de 877.613 habitantes, de acordo com estimativas do IBGE (2021), sendo o 2º menos populoso do país. Faz limite, a norte, com a Guiana Francesa, a noroeste, com o Suriname, a oeste e sul, com o Pará, e a leste, com Oceano Atlântico. É considerado o Estado brasileiro mais preservado, possuindo aproximadamente 72% de seu território destinado a unidades de conservação. São dezenove unidades de conservação e cinco terras indígenas, formando o corredor da Biodiversidade do Amapá (Costa & Borges, 2022).

De acordo com a CODEVASF (2021), o Estado encontra-se inserido no bioma Amazônia, sendo a cobertura vegetal predominantemente de florestas tropicais, divididas entre floresta de terra firme e de várzea. O clima é equatorial úmido, marcado por altas temperaturas (20°C a 36°C), e altos índices pluviométricos (2.500 mm/ano). Possui 39 bacias hidrográficas, os principais rios são: Amazonas (fz), Araguari, Oiapoque, Pedreira, Gurijuba, Cassiporé, Jari, Vila Nova, Matapi, Maracapu, Amapari, Amapá Grande, Flexal e Tartarugalzinho.

Figueiredo (2021) identificou as atividades potenciais predominantes no território amapaense, a agricultura, a pecuária e o extrativismo, seguidos pela piscicultura e pesca, pela apicultura e pela mineração. De acordo com CODEVASF (2021), os principais segmentos industriais são: construção (47,3%), serviços industriais de utilidade pública (25,6%), metalurgia (14,9%), madeira (5,7%) e alimentos (2,5%).

Contudo, Tostes e Ferreira (2017) relatam que o local possui baixa relevância em termos econômicos no conjunto nacional, pois é isolado em relação ao restante do país, dada a presença da barreira natural amazônica (bacia e floresta), que impede seu acesso rodoviário, diminuindo a área de influência, porém tem um grande potencial hídrico, dispondo de variadas possibilidades na integração econômica por meio deste.

Análise de Agrupamento Hierárquica de Ward

A análise de agrupamento é utilizada para classificar os objetos em grupos com base em suas semelhanças (Mingoti & Felix, 2009). De acordo com Backhaus et al. (2021) o objetivo é agrupar tais casos em grupos semelhantes quanto às variáveis e segmentação consideradas (grupos homogêneos). Ao mesmo tempo, os grupos devem ser tão diferentes quanto possível.

Nesse processo, cada vetor é inicialmente um cluster separado. Em seguida, mede-se a

similaridade entre os vetores de observação fazendo uso da matriz de, assim, os dois clusters com a menor distância entre eles são mesclados em um novo cluster (Strauss & Von Maltitz, 2017). A medida mais utilizada para aferir o grau de proximidade entre as variáveis é a distância euclidiana, em que as distâncias menores indicam maior similaridade (Blanco et al., 2013).

A distância euclidiana está relacionada à medida da soma dos erros quadrados, conforme mostra a Equação 1.

$$D_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (X_{ki} - X_{kj})^2} \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que: D_{ij} é a distância entre os elementos observados i e j ; o X_{ki} é o valor assumido pela variável K para observação i ; e o X_{kj} o valor da variável K para observação j ;

A proposta de regionalização foi executada mediante utilização do método de análise de agrupamento hierárquico de Ward (1963), também conhecido como variância mínima. O método afirma que, não apenas as distâncias entre clusters devem ser maximizadas, mas as distâncias dentro do cluster também devem ser minimizadas, em relação a características especificadas, como descrito na Equação 2.

$$SS_i = \sum_{k=1}^{n_i} (X_{ij} - u_i)(X_{ij} - u_i) \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que: n_i é o número de elementos no conglomerado, quando se está no passo k do processo de agrupamento; o X_{ij} é o vetor de observações do j -ésimo elemento amostral que pertence ao i -ésimo conglomerado; o u_i é o centróide do conglomerado; e o SS_i representa a soma dos quadrados correspondente ao conglomerado.

No passo k , a soma de quadrados total dentro dos grupos é determinada pela Equação 3.

$$SSR = \sum_{i=1}^{gk} SS_i \quad (\text{Eq. 3})$$

Em que: gk é o número de grupos existentes quando no passo k .

O método de variância mínima calcula a distância entre os membros do cluster e o centroide. Lira et al. (2020) explicam que em cada passo do algoritmo de agrupamento, dois conglomerados (C_i e C_j) que minimizam a distância são combinados, através da Equação 4.

$$d(C_i, C_j) = \left[\frac{n_i \cdot n_j}{n_i + n_j} \right] (u_i - u_j)' (u_i - u_j) \quad (\text{Eq. 4})$$

Em que: $\left[\frac{n_i \cdot n_j}{n_i + n_j} \right]$ é o fator de ponderação, logo, quanto maior for os valores de n_i, n_j é a discrepância entre eles, maior será a distância entre os centroides dos conglomerados comparados (Pessoa, 2015; Lira et al., 2020).

Os grupos são geralmente representadas na forma de um diagrama bidimensional, também chamado de árvores hierárquicas ou dendrogramas, onde os objetos semelhantes, segundo as variáveis estudadas, são agrupados entre si (Saraçlı et al., 2013; Seidel et al., 2008). Segundo Ataíde (2021) os nós do dendrograma representam os agrupamentos, e cada um deles é composto pelos grupos e/ou parcelas ligados a eles (nós). Os agrupamentos resultantes deverão, então, exibir elevada homogeneidade interna (dentro dos agrupamentos) e elevada heterogeneidade externa (entre agrupamentos), conforme afirmado por Pessoa (2015).

Neste contexto, os grupos aqui formados, serão chamados de Blocos de Referência. Complementarmente, a análise das variáveis foi feita a partir dos softwares “Statistic 7.0” e “R”. Como critérios que subsidiaram a proposta de blocos de referência, foram utilizados os indicadores “IN012 – Índice de Desempenho Financeiro”, “IN023 – Índice de Atendimento Urbano de Água” e “IN047 – Índice de Atendimento Urbano de Esgoto” disponibilizados no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, os quais são detalhados por municípios do Estado, como referência os anos-base 2010 e 2020.

Resultados e Discussão

Atendimento de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Estado do Amapá

Na análise comparativa entre os anos de 2010 e de 2020 sobre o acesso à prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário no Estado do Amapá (Tabela 1), verificou-se que em 2010 o Estado tinha 41,29% da distribuição de água na zona urbana, sendo que em 2020 se observou queda considerável passando para 35,46% da população tendo acesso

aos serviços. Dos 16 municípios amapaenses apenas três – Amapá, Calçoene e Laranjal do Jari – apresentaram crescimento nos serviços de abastecimento de água – 100,84%, 25,45% e 36,84%, respectivamente.

Tabela 1 - Níveis de atendimento de abastecimento de água e esgotamento sanitário nos municípios do Estado do Amapá.

Indicadores	Índice de Atendimento Urbano (%)					
	IN023 – Abastecimento de Água			IN047 – Esgotamento Sanitário		
Municípios	2010	2020	Variação	2010	2020	Variação
Amapá	11,91	23,92	100,84	5,99	5,26	-12,19
Calçoene	10,02	12,57	25,45	–		
Cutias	100,0	45,13	-54,87			
Ferreira Gomes	56,98	29,27	-48,63			
Itaubal	89,51	68,74	-23,20			
Laranjal do Jari	21,93	30,01	36,84			
Macapá	43,38	37,56	-13,42	5,81	11,26	93,80
Mazagão	34,68	15,49	-55,33	3,88	3,04	-21,65
Oiapoque	13,47	6,89	-48,85	2,06	1,50	-27,18
Pedra Branca do Amapari	9,63	6,08	-36,86	–		
Porto Grande	7,87	2,99	-62,01			
Pracuúba	51,36	21,37	-58,39			
Santana	51,24	42,78	-16,51	1,41	1,20	-14,89
Serra do Navio	73,98	58,59	-20,80	72,35	57,28	-20,83
Tartarugalzinho	32,37	25,34	-21,72	–		
Vitória do Jari	44,26	45,59	3,00			
Média Estado	41,29	35,46	-14,11	5,16	9,14	77,07

Fonte: IBGE (2010) e SNIS (2020).

Analisando os dados de coleta e tratamento de esgoto sanitário no Estado (Tabela 1), apenas 06 (seis) municípios dispunham de dados disponíveis. Destes, Macapá apresentou, em 2010, uma cobertura de 5,81% com variação positiva de 93,80%, acima da média do Estado, que foi 77,07%. Por sua vez, Serra do Navio, município que tem a mineração como sua principal atividade econômica, em 2010 atendia 72,35% da população com os serviços; 10 anos depois, esse percentual recuou para 57,28%.

A condição da prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nos municípios do Estado do Amapá ilustrados por meio do indicador IN012, conforme consta do Tabela 2, aponta os seguintes resultados quanto à capacidade econômico-financeira: em 2010, 05 (cinco) municípios foram superavitários, com receitas superiores as despesas, como ocorreu em Serra do Navio (298,48%), Oiapoque (195,35%), Amapá

(134,35%), Vitória do Jari (125,65%) e Santana (125,96%).

Tabela 2 - Índice econômico-financeiro nos municípios do Amapá.

Indicador	IN012 – Indicador de Desempenho Financeiro (%)			Déficit (%)	
	2010	2020	Variação	2010	2020
Municípios					
Amapá	134,35	44,39	-66,96	34,35	-55,61
Calçoene	53,67	13,09	-75,61	-46,33	-86,91
Cutias	79,49	46,03	-42,09	-20,51	-53,97
Ferreira Gomes	61,05	15,39	-74,79	-38,95	-84,61
Itaubal	85,58	93,51	9,27	-14,42	-6,49
Laranjal do Jari	71,09	61,89	-12,94	-28,91	-38,11
Macapá	73,45	77,83	5,96	-26,55	-22,17
Mazagão	70,5	29,12	-58,70	-29,50	-70,88
Oiapoque	195,35	57,31	-70,66	95,35	-42,69
Pedra Branca do Amapari	45,43	2,76	-93,92	-54,57	-97,24
Porto Grande	41,93	16,93	-59,62	-58,07	-83,07
Pracuúba	39,77	14,88	-62,58	-60,23	-85,12
Santana	125,96	52,67	-58,19	25,96	-47,33
Serra do Navio	298,48	64,05	-78,54	198,48	-35,95
Tartarugalzinho	58,17	42,87	-26,30	-41,83	-57,13
Vitória do Jari	125,65	7,87	-93,74	25,65	-92,13
Média Estado	78,34	65,35	-16,58	-21,66	-34,65

Fonte: IBGE (2010) e SNIS (2020).

Quanto ao déficit, os municípios que tiveram as suas despesas de exploração não cobertas pelas receitas oriundas da prestação de serviços foram 11 municípios, os maiores percentuais de déficit estiveram em Pedra Branca (-54,57%), Porto Grande (-58,07%) e Pracuúba (-60,23%). Em 2020, a situação financeira dos municípios piorou, quando nenhum apresentou receita suficiente para cobrir suas despesas. Neste caso, os municípios com menores endividamentos foram Itaubal (-6,49%) e Macapá (-22,17%), enquanto nos demais, o grau de endividamento foi acentuando.

Análise de Agrupamento

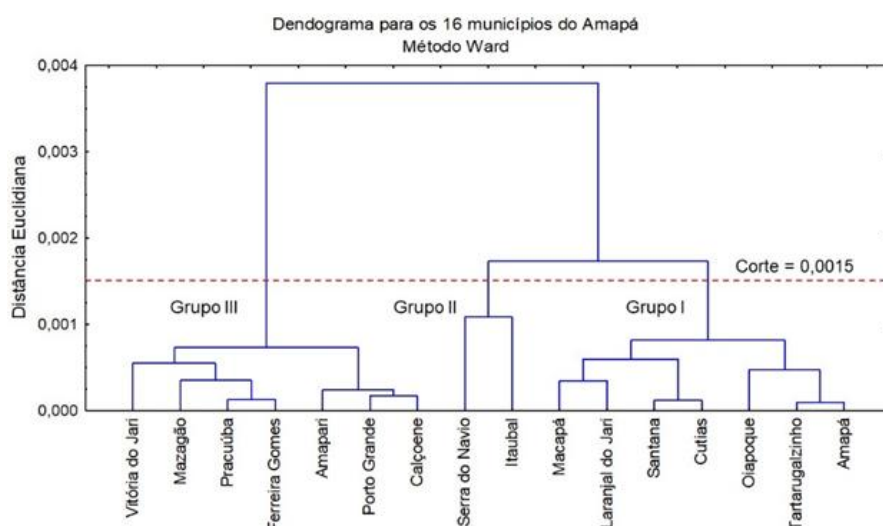
A proposta de organização dos municípios por blocos deve priorizar os perfis na prestação dos serviços para que se receba financiamento do Governo Federal e para que se tenha um planejamento mais assertivo para o setor, considerando o potencial e capacidade do bloco e não mais do município individualmente.

A regionalização dos serviços proposto nesta pesquisa objetiva contribuir com a política de planejamento do saneamento no Estado do Amapá e garantir que os municípios que

compõem os blocos gerados tenham a mesma condição de investimento, de capacidade econômica e de infraestrutura na prestação dos serviços, sem privilegiar um ou outro município conforme afirmado por Marques et al. (2021), que previram que a regionalização visa diminuir a desigualdade, fortalecer o subsídio cruzado e incentivar a universalização dos serviços.

Através do método de agrupamento hierárquico de Ward, que resultou em um dendograma (Figura 2), foi possível analisar as similaridades dos municípios propostos na pesquisa e a criação dos blocos, isso se deu por meio das variáveis adotadas. Pessoa (2015) cita que a linha horizontal do dendograma representa os conglomerados (clusters) e a linha vertical representa a distância euclidiana entre as estações.

Figura 2 - Estrutura do dendograma e corte para os 16 municípios do Amapá.



Na parte superior da estrutura do dendograma, próximo ao nível 0,004, tem-se a formação de ramificação com menos semelhanças (heterogêneos), com apenas dois grupos. Porém, analisando a estrutura em sua parte inferior, seguindo a distância euclidiana aplicada na estrutura, nota-se que, abaixo do nível 0,002, formou-se mais de três ramificações.

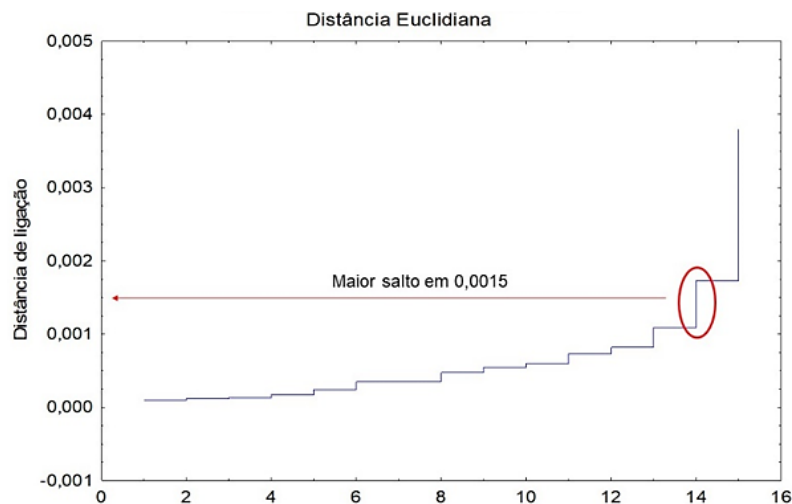
Analisando entre os níveis 0,000 e 0,001, Heinz et al. (2021) cita que a distância euclidiana mostra quanto mais próximo de zero for, mais similares são os objetos comparados, portanto, se formou muito mais que três ramificações, tornando mais trabalhoso na escolha dos grupos, pela falta de coerência na aplicação do planejamento dos grupos.

Conforme o conceito de Hair et al. (2005), a distância euclidiana se aplica melhor em dados padronizados, onde existe nenhum tipo de tratamento de adaptação de escala. Sendo

assim, o maior salto da distância de ligação foi analisado em 0,0015, sendo proposto o corte dos grupos entre os saltos 0,001 a 0,002 pela coerência de similaridade, formando 3 grupos.

A Figura 3 mostra a estrutura do gráfico das ligações entre os saltos conforme a distância euclidiana. Carvalho (2018) elucida que esses pontos indicam o momento ideal de parada do algoritmo, isto é, o número de grupos final e a sua composição. É válido observar a estrutura do dendograma que o corte foi colocado de forma coerente na separação dos três grupos, a decisão é subjetiva e deve ser feita de acordo com o objetivo da análise e o número de grupos desejados Doni (2004) *apud* Pessoa (2015).

Figura 3 - Distância de ligação entre os saltos – Distância Euclidiana.



Blocos de Referência mediante Aplicação do Método de Ward

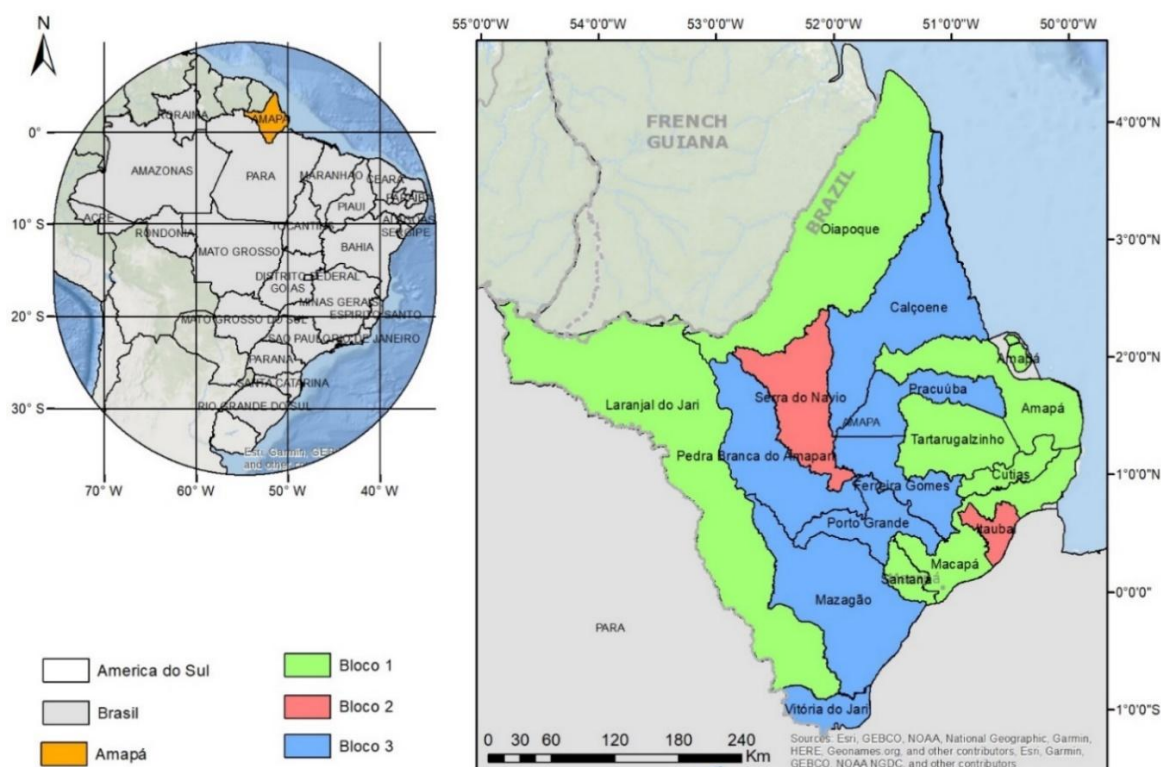
A espacialização dos Blocos de Referência formados pelo Método de Agrupamento de Ward está exposta na Figura 4.

Considerando que, em eventual encaminhamento no âmbito legal da presente proposta de regionalização, importante atentar para as modalidades de arranjo previstas na Lei n.º 14.026/2020, a saber: “Unidade Regional de Saneamento Básico”, “Bloco de Referência” e “Região Metropolitana, Aglomeração Urbana ou Microrregião”.

Destaca-se que no caso das duas primeiras modalidades, não há a necessidade de que os municípios inscritos nas mesmas sejam limítrofes. Por sua vez, em caso de previsão da terceira tipologia, é importante confirmar se há algum Sistema de Abastecimento de Água e/ou de Esgotamento Sanitário cuja infraestrutura abranja mais de um município do estado do Amapá,

pois, em caso positivo, se configura “serviços públicos de saneamento básico de interesse comum” – conforme Artigo 3º, Inciso XIV da Lei n.º 14.026/2020, sendo necessária a previsão da referida tipologia, onde todos os municípios integrantes devem ser limítrofes.

Figura 4 - Mapa da proposta de regionalização dos serviços de água e esgoto no Amapá.



Não há obrigatoriedade legal para se considerar previamente, em propostas de regionalização, arranjos já estabelecidos, como os aqui citados (mesorregiões ou microrregiões). Nesse sentido, enfatiza-se que as Microrregiões citadas no Artigo 3º, Inciso VI, da Lei n.º 14.026/2020 se aplica para arranjos instituídos após a promulgação do Estatuto das Metrôpoles – Lei n.º 13.089/2015.

Além disso, poderia se suscitar o questionamento de eventual comprometimento potencial da viabilidade econômico-financeira (ganho de escala) da prestação dos serviços de saneamento básico nos demais Blocos propostos. Entretanto, conforme o Indicador de Desempenho Financeiro (Tabela 2), somente 65,35% do montante gasto com a prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário é recuperado mediante cobrança pela referida prestação; o que subverte que, mesmo com o eventual redirecionamento de um ou

mais dos três municípios para outro Bloco, não se contornaria a insustentabilidade econômico-financeira do arranjo; tal qual ocorreu em proposta análoga no estado do Pará (PARÁ, 2022).

Por fim, é importante citar que tal proposta de regionalização se pautou em aspectos de ordem estritamente técnica, devendo-se, em caso de eventual implementação da referida modelagem, serem considerados aspectos complementares de ordem econômico-financeira, institucional, jurídica, política, ambiental, etc.

Bloco de Referência 1

O Bloco 1 é composto pelos municípios Macapá, Santana e Cutias na região central do Estado, e Oiapoque, Amapá, e Tartarugalzinho na região Norte e Laranjal do Jari na região Sul. Os aspectos dos indicadores de saneamento, apontam que estatisticamente os 7 (sete) municípios apresentam semelhança nas variáveis aplicadas. Pode-se observar que o bloco de referência 1 foi agrupado dando ênfase no índice de desempenho-financeiro, considerando seus resultados médios, apenas a capital com uma diferença maior (77,83%).

O indicador “IN012”, que demonstra a capacidade financeira dos municípios em relação aos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, apontou que, em 2010, 5 (cinco) municípios do Bloco 1 foram superavitários com receitas superiores as despesas, isso ocorreu em Serra do Navio (298,48%), Oiapoque (195,35%), Amapá (134,35%), e Santana (125,96%); Já em 2020, a situação financeira dos municípios piorou, visto que nenhum teve receitas suficientes para cobrir suas despesas. Neste caso, o município com menos endividamentos foi Macapá (-22,17%).

A Tabela 3 ilustra o agrupamento das variáveis do Bloco 1, este representa 43,5% do total dos municípios do Estado. O bloco é composto por três municípios com maiores Produto Interno Bruto – PIB estadual, a saber: Macapá (65,35%), Santana (12,15%) e Laranjal do Jari (5,55%) (SEPLAN, 2022). Ainda que os municípios se destaquem no PIB, suas condições sociais e urbanísticas são precárias. Os indicadores apontam a baixa cobertura no atendimento urbano de esgoto, sendo Macapá (11,26%), Amapá (5,26%), Oiapoque (1,50%) e Santana (1,20%); já Cutias, Laranjal do Jari e Tartarugalzinho detém a inexistência do serviço.

Tabela 3 - Agrupamento das variáveis com o Método de Ward – Bloco 1.

ID		Municípios	IDH (2010)	IN012	IN023	IN047
				(%)		
Grupo 1	1	Amapá	0,642	44,39	23,92	5,26
	3	Cutias	0,628	46,03	45,13	–
	6	Laranjal do Jari	0,665	61,89	30,01	
	7	Macapá	0,733	77,83	37,56	11,26
	9	Oiapoque	0,658	57,31	6,89	1,50
	13	Santana	0,692	52,67	42,78	1,20
	15	Tartarugalzinho	0,592	42,87	25,34	–

O Bloco 1 possui uma oportunidade de incentivo e crescimento econômico demonstrado no PIB de alguns municípios, como é o caso de Macapá, que tem a instalação da Área de Livre Comércio (Decreto n.º 517/1992), região de incentivo fiscal para comercialização de exportação e importação de produtos e serviços. O Novo Marco do Saneamento tem como proposta de incentivo, por meio da regionalização, melhorar a oferta dos serviços de saneamento atraindo empresas privadas prestadoras de serviços, criando oportunidades para o crescimento econômico e com isso, podendo também incentivar o subsídio cruzado entre os municípios.

Bloco de Referência 2

Em 2020, o índice de desempenho-financeiro (SNIS, 2020) de Serra do Navio foi de 64,04% e Itaubal foi de 93,51%. Isso demonstra um nível de endividamento com suas despesas maiores que as receitas, principalmente em Serra do Navio, com déficit de 35,96%. Economicamente, o PIB dos municípios de Itaubal (0,43%) e Serra do Navio (0,42%), apresenta baixa expressão na economia do Estado (SEPLAN, 2022), mas se enfatiza que Serra do Navio é um município que pertence à área de mineração e regiões com esse potencial, o PIB pode sofrer influência eventual planta industrial que se instale no local.

Conforme a Tabela 4, o nível de atendimento de água em Serra do Navio foi de 58,58% e Itaubal 68,74%, ambos acima de 50%, enquanto isso, o atendimento com coleta e tratamento de esgoto sanitário na cidade de Serra do Navio chega a 57,28%, não havendo infraestrutura dos serviços em Itaubal.

Nesse bloco, a mineração e o agronegócio podem ser um grande potencial de atividade indutora ao desenvolvimento econômico, pois Serra do Navio recebe plantas industriais da mineração e Itaubal tem sua área de Cerrado com plantio da soja que iniciou em 2012 de forma modesta, mas possível de expandir com incentivo do Estado e do mercado exportador da soja.

Tabela 4 - Agrupamento das variáveis com o Método de Ward – Bloco 2.

ID		Municípios	IDH (2010)	IN012	IN023	IN047
				(%)		
Grupo 2	5	Itaubal	0,576	93,51	68,74	–
	14	Serra do Navio	0,709	64,05	58,58	57,28

Segundo Pegg (2006) *apud* Oliveira (2010), o Banco Mundial considera a indústria extrativa mineral como uma atividade importante para a redução da pobreza, contudo, através regionalização da oferta dos serviços de água e esgoto no Estado do Amapá vem a contribuir para o incentivo da melhoria local em todos os pontos que vem a beneficiar a economia dos municípios, assim como o agronegócio.

Bloco de Referência 3

O atendimento urbano de esgotamento sanitário existe apenas no município de Mazagão (3,04%), nos demais municípios inexistente o serviço. Quando se analisa a variável de desempenho econômico-financeiro, esse bloco possui alto endividamento com municípios deficitários em suas receitas (Tabela 5), onde os 07 (sete) municípios têm déficits acima de 80% com alto grau de comprometimento da receita, inviabilizando a atenção aos custos de exploração dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário.

Tabela 5 - Agrupamento das variáveis com o Método de Ward – Bloco 3.

ID		Municípios	IDH (2010)	IN012	IN023	IN047
				(%)		
Grupo 3	2	Calçoene	0,643	13,09	12,57	–
	4	Ferreira Gomes	0,656	15,39	29,27	
	8	Mazagão	0,592	29,12	15,49	3,04
	10	Pedra Branca do Amapari	0,626	2,76	6,08	–
	11	Porto Grande	0,640	16,93	2,99	
	12	Pracuúba	0,614	14,88	21,37	
	16	Vitória do Jari	0,619	7,87	45,59	

Economicamente o Bloco 3 tem participação no PIB do Estado de 10,79%. Neste bloco a economia local é gerada por explorações dos recursos naturais da mineração, como em Pedra Branca do Amapari, região da exploração do ouro, e Vitória do Jari, que tem a mina de caulim em suas terras no Morro do Felipe. Esse produto atende ao mercado externo pela empresa

Caulim da Amazônia, mas pouco deixa em resultados sociais ao município.

Chagas (1997) cita que a economia do Amapá é pouco diversificada e durante 50 anos foi referenciada pela exploração do minério de manganês, cujas taxas decorrentes das exportações representavam a riqueza das empresas exportadoras do produto.

Uma outra característica do Bloco 3 é a produção agrícola em Calçoene, pesca em Pracuúba, agricultura familiar no Porto Grande, instalação das hidrelétricas em Ferreira Gomes e em Mazagão e Vitória do Jari têm-se as Unidades de Conservação, Reserva Extrativista do Cajari e Reserva do Desenvolvimento Sustentável do Rio Iratapuru.

Conclusões

- O Novo Marco Legal do Saneamento se propõe a mudar a realidade dos baixos indicadores de cobertura e atendimento com abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto sanitário. O Marco propõe um olhar diferenciado aos pequenos municípios com menor capacidade de pagamento dos serviços prestados às concessionárias, sendo outra vantagem a possibilidade do subsídio cruzado em uma mesma região, com o compartilhamento das infraestruturas com melhor qualidade e menores custos agregados.
- No Estado do Amapá, os indicadores mostram que esses serviços de saneamento não alcançam a todos e alguns municípios os serviços de coleta e tratamento de esgotamento sanitário são inexistentes. Nesse contexto, a presente pesquisa propôs modelagem diferenciada ao Estado para a prestação dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário mediante três blocos de referência englobando as 16 sedes municipais do Amapá., conforme preconizado pela Lei n.º 14.026/2020.
- Com a proposta dos 3 (três) blocos de referência no Amapá a partir da aplicação do Método de Agrupamento de Ward mediante indicadores que refletem a prestação dos serviços no Estado – Atendimento Urbano com Abastecimento de Água e com Esgotamento Sanitário e Desempenho Financeiro na Prestação dos Serviços – procurou-se evidenciar que a regionalização é uma estratégia que fortalece a importância do planejamento na política de saneamento, deixando essa mais próxima da realidade dos municípios, considerando suas semelhanças existentes em cada local, buscando ações diferenciadas a cada situação.
- Destaca-se que tal proposta de regionalização se pautou em aspectos de ordem

estritamente técnica, devendo-se, em caso de eventual implementação da referida modelagem, serem considerados aspectos complementares de ordem econômico-financeira, institucional, jurídica, política, ambiental etc.

- Por fim, a partir deste resultado, espera-se que o planejamento das políticas pelo poder público possa privilegiar novas oportunidades de desenvolvimento do Estado na área do saneamento, levando em consideração as condições sociais, econômicas, política, as identidades locais, os potenciais de cada município, e, principalmente, em se tratando do setor de saneamento buscando atrair investimentos da iniciativa privada, garantir a viabilidade técnico-econômica considerando a capacidade econômico-financeiro dos blocos em que esses municípios serão incluídos.

Referências

- Almeida, J. B., Barros, J. F., Mesquita, B. A. de, Silva, C. M. S. V., Mendes Filho, J., Frischkorn, H., & Santiago, M. M. F. (2016). Cluster analysis and geochemical processes for the characterization of the aquifer system in Maracanã/São Luis/MA. *RBRH*, 21(4). <https://doi.org/10.1590/2318-0331.011615182>
- Ataide, L. C. P. de. (2021). *Impactos da variabilidade hidroclimática no semiárido brasileiro* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campina Grande]. Repositório Institucional da Universidade Federal de Campina Grande. <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/26186>
- Backhaus, K., Erichson, B., Gensler, S., Weiber, R., & Weiber, T. (2021). Cluster analysis. In K. Backhaus, B. Erichson, S. Gensler, R. Weiber, & T. Weiber (Eds.), *Multivariate analysis*. Springer Gabler. https://doi.org/10.1007/978-3-658-32589-3_8
- Blanco, C. J. C., Gonçalves, F. M., & Santos, L. L. (2013). Identificação de regiões pluviométricas homogêneas na região hidrográfica da Calha Norte – Pará. In *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Universidade Federal do Pará.
- Brasil. (2020, 15 de julho). Lei n.º 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm
- Carvalho, P. R. (2018). *Estudo comparativo dos algoritmos hierárquicos de análise de agrupamentos em resultados experimentais* [Dissertação de mestrado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares]. Repositório da Universidade de São Paulo.

- Chagas, M. A. A. (1997). Unidades de conservação do Amapá: Cenário atual e prospectivo. In *Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação: Vol. II. Trabalhos técnicos* (pp. 159-166). IAP: Unilivre: Rede Nacional Pró Unidade de Conservação.
- Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF. (2021). *Caderno de caracterização: Estado do Amapá* (Relatório técnico). Autor. <https://www.codevasf.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/biblioteca-geral-rocha/publicacoes/outras-publicacoes/caderno-de-caracterizacao-estado-do-amapa.pdf>
- Costa, J. S. de S., & Borges, W. L. (2022). Caracterização dos municípios do estado do Amapá, Amazônia Oriental Brasileira, quanto às diferenças nos níveis de desenvolvimento. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 18(1). <https://doi.org/10.54399/rbgdr.v18i1.5094>
- Crispim, D., Fernandes, L., & Albuquerque, R. (2019). Aplicação de técnica estatística multivariada em indicadores de sustentabilidade nos municípios do Marajó-PA. *Revista Principia*, 1(46), 145-154. <http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n46p145-154>
- Cruz, F. P., Oliveira, B. O., Accioly, E. M. F. B., & Soares, I. M. (2021). A regionalização dos serviços de saneamento básico e os desafios da universalização no Brasil: Uma análise exploratória de dados espaciais para os anos de 2000 e 2018. In *Anais do 49º Encontro Nacional de Economia - ANPEC*.
- Doni, M. V. (2004). *Análise de cluster: Métodos hierárquicos e de partição* [Monografia de graduação, Universidade Presbiteriana Mackenzie].
- Figueiredo, H. M. de A. (Coord.). (2021). *Diagnóstico de potencialidades e vulnerabilidades dos municípios agrupados em macrorregiões de planejamento do Amapá*. Codevasf; Techne.
- Gonçalves, M. F., Blanco, C. J. C., Santos, V. C. dos, Oliveira, L. L. dos Santos, & Pessoa, F. C. L. (2016). Identification of rainfall homogeneous regions taking into account El Niño and La Niña and rainfall decrease in the state of Pará, Brazilian Amazon. *Acta Scientiarum. Technology*, 38(2), 209-216. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v38i2.26534>
- Gondo, T. (2019). A hierarchical cluster-based segmentation analysis of potential solid waste management health hazards in urban Ethiopia. *Jamba: Journal of Disaster Risk Studies*, 11(2), a716. <https://doi.org/10.4102/jamba.v11i2.716>
- Governo do Estado do Pará. (2022). *Audiência pública – Regionalização dos serviços de*

- saneamento básico. Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Obras Públicas. <https://sedop.pa.gov.br/audi%C3%A0ncia-saneamentobasicoregionalizadopara>
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (2005). *Análise multivariada de dados* (5a ed.; A. S. Sant'Anna & A. C. Neto, Trans.). Bookman.
- Heinz, D., Moreno, G. C. L., & Hein, N. O. (2021). O saneamento básico nos municípios de Santa Catarina: Uma análise de cluster. *Revista do Desenvolvimento Regional*, 18(1).
- IBGE. (2021). *Amapá: Cidades*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/panorama>
- Jehn, F. U., Bestian, K., Breuer, L., Kraft, P., & Houska, T. (2020). Using hydrological and climatic catchment clusters to explore drivers of catchment behavior. *Hydrology and Earth System Sciences*, 24, 1081–1100. <https://doi.org/10.5194/hess-24-1081-2020>
- Lira, B. R. P., Crispim, D. L., Ferreira Filho, D. F., Fernandes, L. L., & Pessoa, F. C. L. (2020). Agrupamento de precipitação no estado do Pará, Brasil. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 17(19). <https://doi.org/10.21168/rega.v17e19>
- Marques, D. H. F., Cançado, J. C., & Souza, C. P. (2021). *Reflexões sobre o novo marco regulatório do saneamento básico: Possíveis impactos no planejamento de Minas Gerais*. Fundação João Pinheiro.
- Mingoti, S. A., & Felix, F. N. (2009). Implementing bootstrap in Ward's algorithm to estimate the number of clusters. *Sistemas & Gestão*, 4(2), 89–107. <https://doi.org/10.7177/sg.2009.V4N2A1>
- Nações Unidas. (2015). *Transformando nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Organização das Nações Unidas. <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>
- Oliveira, M. J. (2010). *Mineração e desenvolvimento local: Benefícios e desafios aos municípios amapaenses* [Tese de doutorado, Universidade Federal do Pará]. Repositório Institucional da Universidade Federal do Pará.
- Paganini, W. S., & Bocchiglieri, M. M. (2021). O novo marco legal do saneamento: Universalização e saúde pública. *Revista USP*, 128.
- Pegg, J. M. S. (2006). Mining and poverty reduction: Transforming rhetoric into reality. *Journal of Cleaner Production*, 14(3-4), 376-387.
- Pessoa, F. C. L. (2015). *Desenvolvimento de metodologia para regionalização de curvas de permanência de vazões na Amazônia Legal* [Tese de doutorado, Universidade Federal do Pará]. Repositório Institucional da Universidade Federal do Pará.

- Rodrigues Junior, J. C., Santos, E. M. dos, & Rocha, D. (2022). Análise estatística multivariada para estudo da percepção socioambiental em um núcleo metropolitano. *Interações*, 23(3). <https://doi.org/10.20435/inter.v23i3.3516>
- Santos, C. A. G., Brasil Neto, R. M., Silva, R. M. da, & Costa, S. G. F. (2019). Cluster analysis applied to spatiotemporal variability of monthly precipitation over Paraíba state using Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) data. *Remote Sensing*, 11(6), 637. <https://doi.org/10.3390/rs11060637>
- Saraçlı, S., Doğan, N., & Doğan, İ. (2013). Comparison of hierarchical cluster analysis methods by cophenetic correlation. *Journal of Inequalities and Applications*, 2013(1), 203. <https://doi.org/10.1186/1029-242X-2013-203>
- Secretaria de Estado e do Planejamento – SEPLAN. (2020). *Termo de Cooperação Técnica nº 16.2.0569.9 com o BNDES* (Relatório técnico). Autor. https://editor.amapa.gov.br/arquivos_portais/publicacoes/SEPLAN_c34fc5386f820c84e0c3790d9496c88e.pdf
- Secretaria de Estado e do Planejamento – SEPLAN. (2022). *Produto Interno Bruto – PIB anual*. <https://seplan.portal.ap.gov.br/conteudo/estatistica-do-estado/produto-interno-bruto>
- Seidel, E. J., Junior, F. de J. M., Ansui, A. P., & Noal, M. R. C. (2008). Comparação entre o método Ward e o método K-médias no agrupamento de produtores de leite. *Revista Ciência e Natura*, 30(1), 7–15. <https://doi.org/10.5902/2179460X9737>
- Singh, K. P., Malik, A., Mohan, D., & Sinha, S. (2004). Multivariate statistical techniques for the evaluation of spatial and temporal variations in water quality of Gomti River (India) – A case study. *Water Research*, 38(17), 3980-3992. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2004.06.011>
- Singh, S. K., Lo, E. Y. M., & Qin, X. (2017). Cluster analysis of monthly precipitation over the Western Maritime Continent under climate change. *Climate*, 5(4), 84. <https://doi.org/10.3390/cli5040084>
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. (2020). *Glossário de indicadores* (Relatório técnico). https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/Glossario_Indicadores_RS2020.pdf
- Souza, G. S. de, Ceconello, S. T., & Centeno, L. N. (2021). Análise espacial de similaridade da qualidade da água de um rio localizado no sul do Rio Grande do Sul. *Revista Ambientale*, 13(4), 38–49. <https://doi.org/10.48180/ambientale.v13i4.319>

- Strauss, T., & von Maltitz, M. J. (2017). Generalizing Ward's method for use with Manhattan distances. *PLoS ONE*, 12(1), e0168288. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168288>
- Tostes, J. A., & Ferreira, S. D. (2020). Territórios protegidos no corredor transfronteiriço entre Amapá e Guiana Francesa. *Confins*, 31. <https://doi.org/10.4000/confins.32156>
- Ward Jr., J. H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58(301), 236-244. <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>
- Warsito, B., Sumiyati, S., Yasin, H., & Faridah, H. (2021). Evaluation of river water quality by using hierarchical clustering analysis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 896, 012072. <https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/896/1/012072>
- Yang, J., Ye, M., Tang, Z., Jiao, T., Xiaoyu, S., Pei, Y., & Liu, H. (2020). Using cluster analysis for understanding spatial and temporal patterns and controlling factors of groundwater geochemistry in a regional aquifer. *Journal of Hydrology*, 583, 124594. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124594>

Publisher: Universidade Federal de Jataí. Instituto de Geografia. Programa de Pós-graduação em Geografia. Publicação no Portal de Periódicos UFJ. As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

Contribuições dos autores: Cinthia Paola Martins Ferreira: conceituação, metodologia, análise dos dados, escrita e discussão; Francisco Carlos Lira Pessoa: orientação, validação e revisão; Arthur Julio Arrais Barros: análise formal de dados e revisão da escrita; Lorena Conceição Paiva de Ataíde: organização das tabelas, revisão e escrita. Declaramos ainda ciência das Diretrizes Gerais da Geoambiente On-line.

Conflito de interesse: Os autores declaram que não possuem interesses financeiros ou não financeiros relevantes relacionados a este trabalho.