

Indicativos da morfologia fluvial ao planejamento ambiental da sub-bacia hidrográfica do Riacho Cajazeiras - RN

Monaliza Cristina Galdino Pessoa
Universidade do Estado do Rio Grande do
Norte

Andreza Tacyana Felix Carvalho
Universidade do Estado do Rio Grande do
Norte

RESUMO

As atividades e relações econômicas, sociais e culturais, trouxeram consigo, o surgimento e o avanço de impactos sobre os sistemas ambientais, a exemplo das modificações na dinâmica natural dos cursos d'água no semiárido. Assim, este trabalho objetiva comparar mudanças na morfologia fluvial do sistema intermitente da sub-bacia hidrográfica do riacho Cajazeiras nos anos de 2009 e 2020, considerando observações de intervenções antrópicas de ocupação da área, mostrando inclusive, indicativos ao planejamento ambiental local. Essa sub-bacia hidrográfica localizada no Alto Oeste Potiguar, compreende em sua extensão, parte dos municípios de água Nova, Rafael Fernandes, Encanto e Pau dos Ferros, vem apresentando problemas de inundações, alagamentos e poluição hídrica. Desse modo, fundamentado por Vieira (2003), Batista (2011), Ross (2011), Batista e Silva (2013), Nascimento (2013), Girão e Corrêa (2015), Stevaux e Latrubesse (2017), Cavalcante (2018), Vilaça (2018), Costa (2018), Carvalho (2019; 2020), e com o uso de imagens de satélite e pesquisa de campo, verificou-se que os cursos d'água estudados apresentam diversos impactos morfológicos no que concerne à ocupação da terra, principalmente em localidades urbanas dos municípios de Pau dos Ferros e Água Nova, sendo indicativos da necessidade de um planejamento urbano considerando a morfologia fluvial.

Palavras-chave: Geomorfologia fluvial; Território; Ocupação e cobertura da terra; Cursos d'água de regime intermitente; Semiárido nordestino.

Indicatives of fluvial morphology for environmental planning of the Riacho Cajazeiras sub-basin - RN

ABSTRACT

The economic, social and cultural activities and relationships brought with them the emergence and advancement of impacts on environmental systems, such as changes in the natural dynamics of water courses in the semi-arid region. Thus, this work aims to compare changes in the fluvial morphology of the intermittent system of the Cajazeiras stream sub-basin in the years 2009 and 2020, considering observations of anthropic interventions of occupation of the area, even showing, indicative to the local environmental planning. This hydrographic sub-basin located in the Alto Oeste Potiguar, comprises in its extension, part of the municipalities of Água Nova, Rafael Fernandes, Encanto and Pau dos Ferros, has been presenting problems of flooding, inundation and water pollution. Thus, based on Vieira (2003), Batista (2011), Ross (2011), Batista e Silva (2013), Nascimento (2013), Girão and Corrêa (2015), Stevaux and Latrubesse (2017), Cavalcante (2018), Vilaça (2018), Costa (2018), Carvalho



(2019; 2020), and with the use of satellite images and field research, it was found that the studied watercourses have several morphological impacts with regard to occupation of land, mainly in urban locations in the municipalities of Pau dos Ferros and Água Nova, being indicative of the need for urban planning considering the river morphology.

Keywords: River geomorphology; Territory; Occupation and land cover; Intermittent water courses; northeastern semiarid.

Indicativos de morfología fluvial para la planificación ambiental de la subcuenca Riacho Cajazeiras – RN

RESUMEN

Las actividades y relaciones económicas, sociales y culturales trajeron consigo el surgimiento y avance de impactos sobre los sistemas ambientales, tales como cambios en la dinámica natural de los cursos de agua en la región semiárida. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo comparar los cambios en la morfología fluvial del sistema intermitente de la subcuenca del arroyo Cajazeiras en los años 2009 y 2020, considerando las observaciones de intervenciones antrópicas de ocupación del área, incluso mostrando, indicativo de la planificación ambiental local. Esta subcuenca hidrográfica ubicada en el Alto Oeste Potiguar, comprende en su extensión, parte de los municipios de Água Nova, Rafael Fernandes, Encanto y Pau dos Ferros, viene presentando problemas de inundaciones, inundaciones y contaminación de aguas. Así, con base en Vieira (2003), Batista (2011), Ross (2011), Batista e Silva (2013), Nascimento (2013), Girão y Corrêa (2015), Stevaux y Latrubesse (2017), Cavalcante (2018), Vilaça (2018), Costa (2018), Carvalho (2019; 2020), y con el uso de imágenes de satélite e investigación de campo, se constató que los cursos de agua estudiados tienen varios impactos morfológicos en cuanto a la ocupación del suelo, principalmente en localidades urbanas. en los municipios de Pau dos Ferros y Água Nova, siendo indicativo de la necesidad de una planificación urbana considerando la morfología del río.

Keywords: Geomorfología fluvial; Territorio; Ocupación y cobertura del suelo; Cursos de agua intermitentes; semiárido nororiental.

INTRODUÇÃO

O espaço geográfico produto das atividades e relações econômicas, sociais e culturais, trouxe consigo, o surgimento e o avanço de impactos sobre os sistemas ambientais, a exemplo das modificações na dinâmica natural dos cursos d'água. Sobre isso, Stevaux e Latrubesse (2017, p. 36) citam que, “desde seus primórdios, os assentamentos humanos localizavam-se de acordo com a disponibilidade e o acesso à água”, porém, essa fixação nas proximidades de corpos hídricos foi gerando diversos impactos sobre os recursos naturais, inclusive, aos sistemas fluviais.

Aliado a isso, compreende-se que a territorialização do espaço geográfico intensificou os fluxos econômicos, sociais e culturais, assim como o surgimento e o avanço de impactos sobre os sistemas ambientais, dentre eles os cursos d'água. Conforme descreve Carvalho (2019a; 2020b), os cursos d'água são sistemas ambientais complexos, formados por vários elementos que interagem, transformam, produzem, ligam e condicionam o espaço geográfico como um todo. Sendo assim, são modeladores da paisagem que agem com um próprio dinamismo e possuem integração com outros elementos e fatores geográficos, assumindo, ainda, papel atuante na evolução do relevo.



Sobre isso, Stevaux e Latrubesse (2017) destacam que a fixação do homem nas proximidades dos corpos hídricos foi intensificando diversos impactos sobre os sistemas fluviais, uma vez que, como um sistema geomorfológico, possuem um grande número de variáveis, das quais a hierarquia, a sensibilidade e a inter-relação são extremamente complexas, de forma que a interferência antrópica, num determinado ponto, pode ser propagada tanto espacialmente, por longas distâncias, quanto temporalmente, por um longo período de tempo após a intervenção.

Por outro lado, Girão e Corrêa (2015) citam que as mudanças verificadas nas áreas das bacias hidrográficas causam alterações no equilíbrio dinâmico dos elementos naturais que as compõem, locais onde as atividades antrópicas passaram a constituir não só um fator degradante para o meio natural, mas também um fator de aceleração de alterações nas bacias hidrográficas, levando a intensas e impactantes modificações na paisagem e em pequenos intervalos de tempo.

Desse modo, como alternativa e sustentação às questões dos impactos antrópicos em ambientes naturais, o gerenciamento de bacias hidrográficas tem sido um instrumento aliado, justificada não apenas na relevância dos recursos hídricos, mas por estar pautada na variação de outros elementos, tais como: relevo, solo e vegetação, assim como as interferências humanas.

No Brasil, conforme definido pela Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, além da água ser reconhecida como bem público e recurso natural limitado, a bacia hidrográfica é adotada como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a partir da perspectiva da necessidade de atender aos elementos que ali existem e que estabelecem relações no âmbito das ações da gestão hídrica. Conforme Carvalho (2020b), a bacia hidrográfica constitui o território materializado nessas ações e tem como diretriz básica a inter-relação da gestão hídrica e do uso da terra, trabalhando diretamente com os setores usuários e os planejamentos regional, estadual e nacional.

Porém, para alcançar os objetivos desta lei, postula-se que a ocupação e o uso da terra devem, inclusive, respeitar as diretrizes impostas pelo Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Nele, são trazidos instrumentos do âmbito do planejamento territorial municipal, com a finalidade de estabelecer normas de ordem pública e interesse social, as quais regulam o uso da propriedade urbana, em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental, estando, ainda, em consonância com outras legislações vigentes, como a Política Nacional de Meio Ambiente e o Código Florestal.

Nesse sentido, na escala do planejamento da bacia hidrográfica, o planejamento territorial pode dispor do Zoneamento ambiental e da sua aplicação direta no Plano Diretor. Este, por sua vez, obrigatório em cidades com mais de vinte mil habitantes, dentre outros critérios, segundo a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, quando regulamentado como lei municipal, torna-se o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. Sobre o Zoneamento ambiental, o objetivo é viabilizar o desenvolvimento sustentável a partir da compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a conservação ambiental, definindo zonas ambientais e a atribuição de usos e atividades compatíveis, segundo as potencialidades e restrições de cada uma delas.

À vista disso, entende-se que a consideração de estudos sobre a morfologia dos sistemas fluviais é fundamental à análise integrada de bacias hidrográficas, pois, por meio destes, é



possível conhecer o comportamento natural do sistema: como, quando e onde as atividades antrópicas podem afetar seu comportamento; assim como mostrar os impactos e planejar medidas de preservação, mitigação e/ou correção em prol do desenvolvimento sustentável de bacias hidrográficas pelo planejamento ambiental. Decerto, é necessário o conhecimento da vulnerabilidade paisagística, no sentido de que haja, assim, um planejamento territorial, como reflete Costa (2018, p. 33) ao dizer que, “a partir da identificação das variáveis do meio físico e antrópico, é possível a organização dos indicadores ambientais responsáveis pelo planejamento e ordenamento territorial em bacias hidrográficas”.

Conforme Ross (2011), as análises ambientais na ciência geográfica são importantes ferramentas de sustentação para a elaboração dos Zoneamentos ambientais e socioeconômicos, que, por sua vez, são elementos de suporte às políticas de planejamento estratégico em qualquer nível de administração ou governo e território político administrativo, tais como: nação, estado, município, bacias hidrográficas, entre outros. Todavia, segundo Cavalcante (2018), na América do Sul, com destaque no Brasil, estudos sobre o comportamento de canais fluviais no semiárido ainda são pouco discutidos, mesmo diante de um elevado número de intervenções observadas nas bacias hidrográficas nordestinas. Logo, percebe-se que, embora os sistemas intermitentes “[...] sejam elementos de grande representação da paisagem semiárida, os cursos d’água de regime intermitente ainda são alvos de degradação oriundos de ações de uso e ocupação da terra, por muitas vezes, ancorado pela legislação ambiental” (CARVALHO b, 2020, p. 135).

Nessa perspectiva, considera-se que a expansão territorial desordenada em diversas áreas do semiárido brasileiro trouxe consequências sob a dinâmica natural nos sistemas fluviais intermitentes, em vista da falta de atenção às particularidades desses sistemas na configuração do planejamento urbano municipal. Desse modo, essa pesquisa tem como objetivo, comparar mudanças na morfologia fluvial do sistema intermitente da Sub-bacia hidrográfica do riacho Cajazeiras, localizada na mesorregião do Alto Oeste Potiguar, Rio Grande do Norte, a partir de observação de intervenções antrópicas realizadas na área, e discutir sobre os seus indicativos ao planejamento ambiental local.

Para tanto, a pesquisa de caráter descritivo e explicativo, apresenta um panorama geral a respeito da ocupação e cobertura da terra e da morfologia fluvial a partir do recorte temporal dos anos de 2009 e 2020; e em seguida, uma discussão sobre os instrumentos de planejamento territorial vigentes, com indicações ao planejamento ambiental para os municípios que integram a sub-bacia hidrográfica sob a perspectiva da morfologia fluvial.

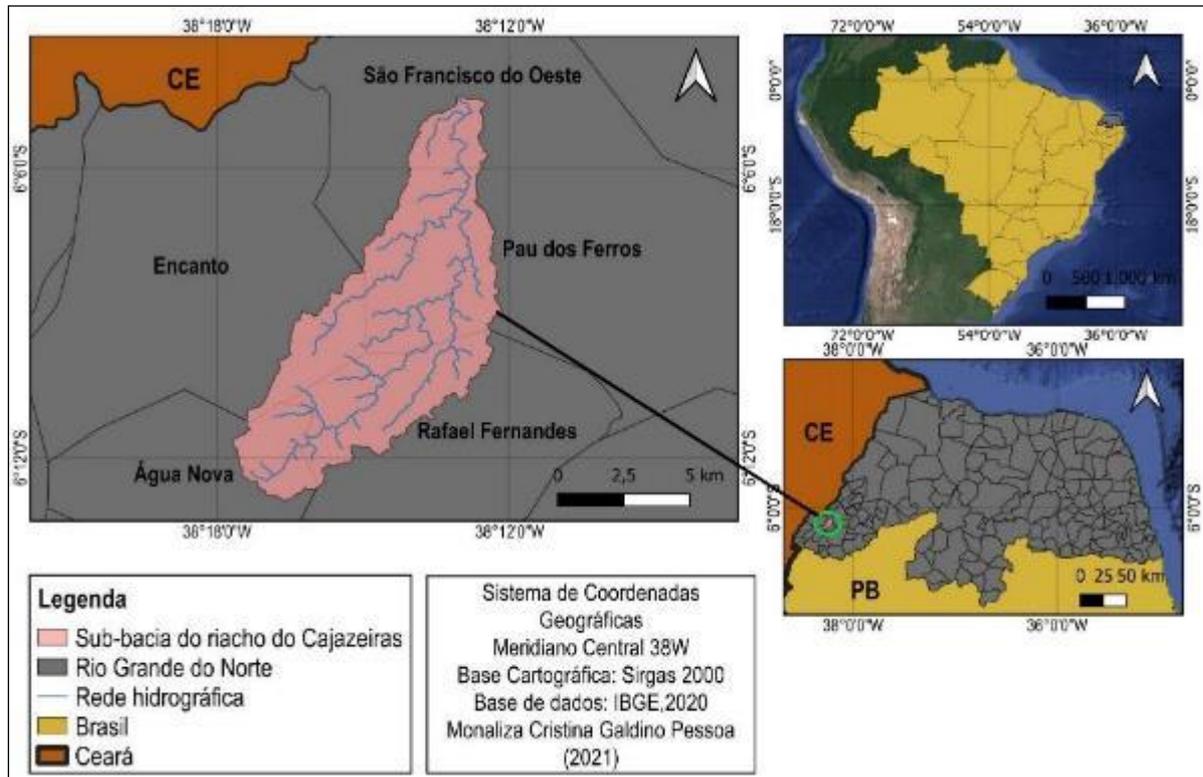
MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização geral e localização da área de estudo

A Sub-bacia hidrográfica do riacho Cajazeiras, localizada no semiárido potiguar, Rio Grande do Norte, está integrada à bacia hidrográfica do rio Apodi Mossoró e à sub-bacia hidrográfica do rio Encanto, ambas pertencentes à Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental brasileiro. Ademais, segundo Batista e Silva (2013), está situada na mesorregião político-administrativa do Oeste Potiguar e nas microrregiões da Serra de São Miguel e Pau dos Ferros, com uma área de drenagem de aproximadamente 116,8 km², localizada sob os

municípios de Encanto, Pau dos Ferros, Água Nova, Rafael Fernandes e São Francisco do Oeste (figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da Sub-bacia do riacho do Cajazeiras-RN



Fonte: Produzido pela autora (2021).

No tocante à sua hidrografia, esta caracteriza-se pelo sistema fluvial de regime intermitente, está localizada na bacia hidrográfica do rio Apodi Mossoró, e deságua em São Francisco do Oeste. Possui como curso d'água principal, o Riacho Cajazeiras e tem como principais afluentes o Riacho Cachoeirinha, o Riacho da Favela, o Riacho dos Estevãos e o Riacho Boa Sorte.

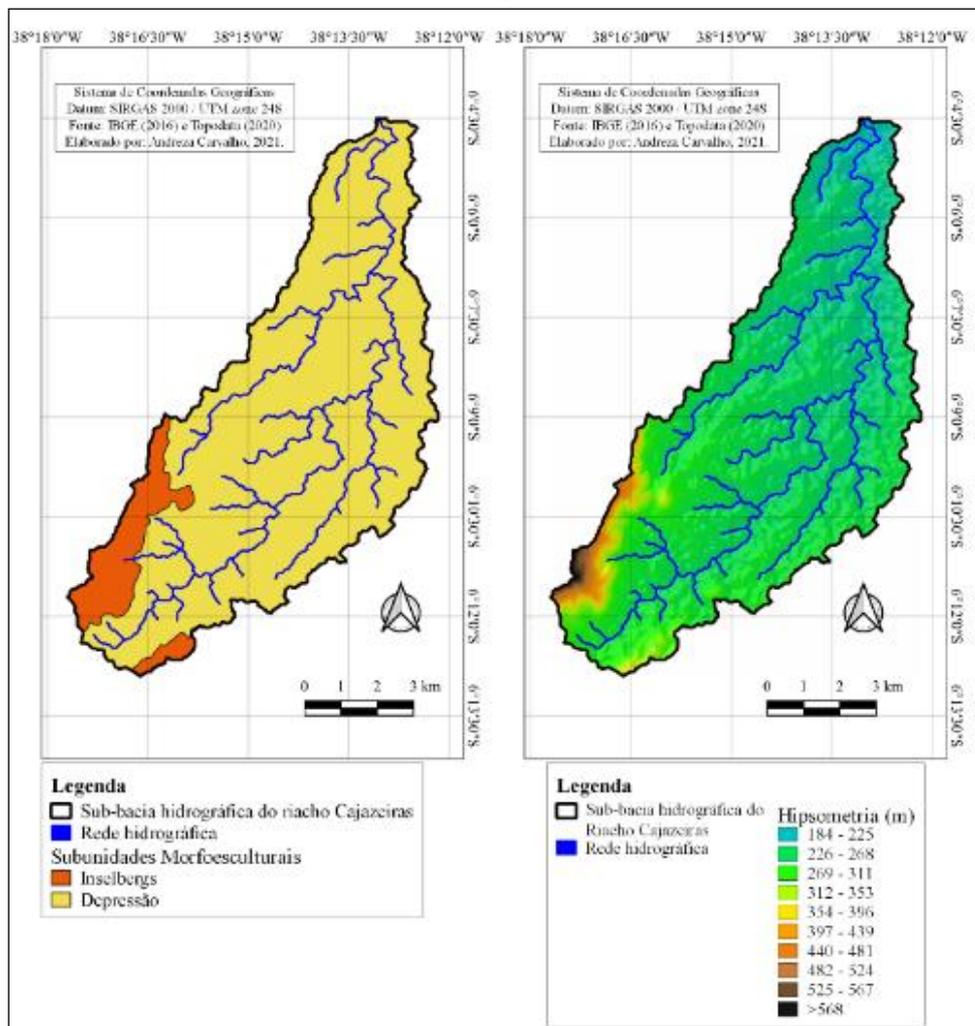
A saber, a bacia hidrográfica apresenta alguns açudes, com destaque para o Açude 25 de Março, localizado dentro da área urbana da cidade de Pau dos Ferros, e o açude das Maretas, localizado na zona rural do município de Rafael Fernandes (BATISTA; SILVA, 2013). Sobre o clima predominante da área de estudo, segundo Batista (2011, p. 41), de acordo com a classificação de Köppen, é definido pelo “clima tropical semiárido quente e seco, marcado por médias térmicas anuais elevadas com média de 28°C e por chuvas escassas e irregulares predominantes nos meses de fevereiro a maio, tendo média anual total de 720mm”. Porém, no seu alto curso, registrou-se o clima subúmido seco proporcionado pelos Contrafortes do Planalto da Borborema (IDEMA, 2003).

Na perspectiva da geomorfologia, de acordo com Diniz *et al.* (2017), seus relevos encontram-se sob a unidade morfoestrutural do Cinturão Orogênico Brasileiro, no Rio Grande do Norte, que possui 32.818,5 km², isto é, 61,12% do território do estado. Sendo assim, a Sub-bacia hidrográfica está inserida na Depressão Sertaneja, correspondente à unidade morfoescultural que comporta as áreas aplainadas do Cinturão Brasileiro, além de apresentar a



subunidade morfoescultural da Depressão Interplanáltica do rio Apodi-Mossoró, identificada no âmbito da Depressão Sertaneja, tendo seus níveis altimétricos locais entre 184m e 568m acima do nível do mar como mostra a figura 2.

Figura 2 - Mapa das Subunidades morfoesculturais e hipsometria da sub-bacia hidrográfica do riacho Cajazeiras-RN



Fonte: Produzido pela autora (2021).

Com relação à ocupação de sua área, a sub-bacia apresenta a fixação de cidades às margens de rios, de modo que, nos dias atuais, observa-se a ocorrência de alagamentos e até mesmo inundações nas épocas chuvosas, proporcionando prejuízos à população residente em áreas próximas ao leito do rio Apodi e do riacho Cajazeiras, sendo consideradas áreas de riscos (COSTA, LIMA e SILVA, 2013):

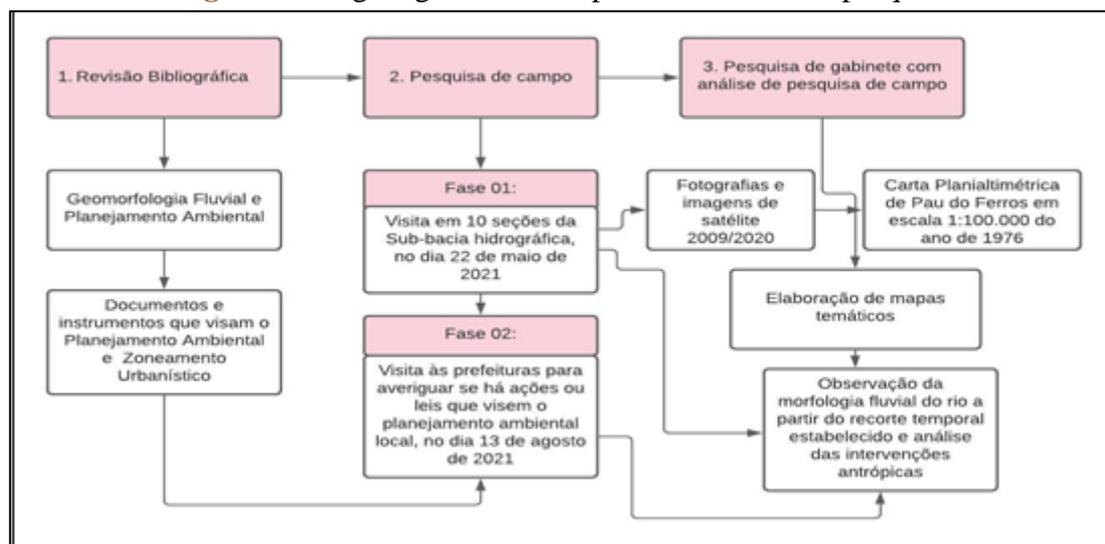
Etapas procedimentais da pesquisa

Esta pesquisa, caracterizada como do tipo qualitativa, fundamenta-se a partir do método hipotético dedutivo, de modo que os seus objetivos são caracterizados como do tipo descritivo, comparativo e exploratório. Além disso, adota-se a perspectiva do pesquisador observador, a

fim de verificar, de maneira particular e cuidadosa, os aspectos e linhas de pesquisa que podem auxiliar ao resultado esperado.

Sobre o recorte temporal da área de estudo, observa-se as mudanças fluviais e sua relação com a ocupação e cobertura da terra no intervalo dos anos 2009 e 2020. Para tanto, os procedimentos metodológicos adotados no trabalho dividem-se em três etapas consecutivas, a saber: derivadas de pesquisa de gabinete, pesquisa de campo e, por fim, pesquisa de laboratório associada à de gabinete, como apresentado na figura 3:

Figura 3 - Organograma das etapas e atividades da pesquisa



Fonte: Produzido pela autora (2021).

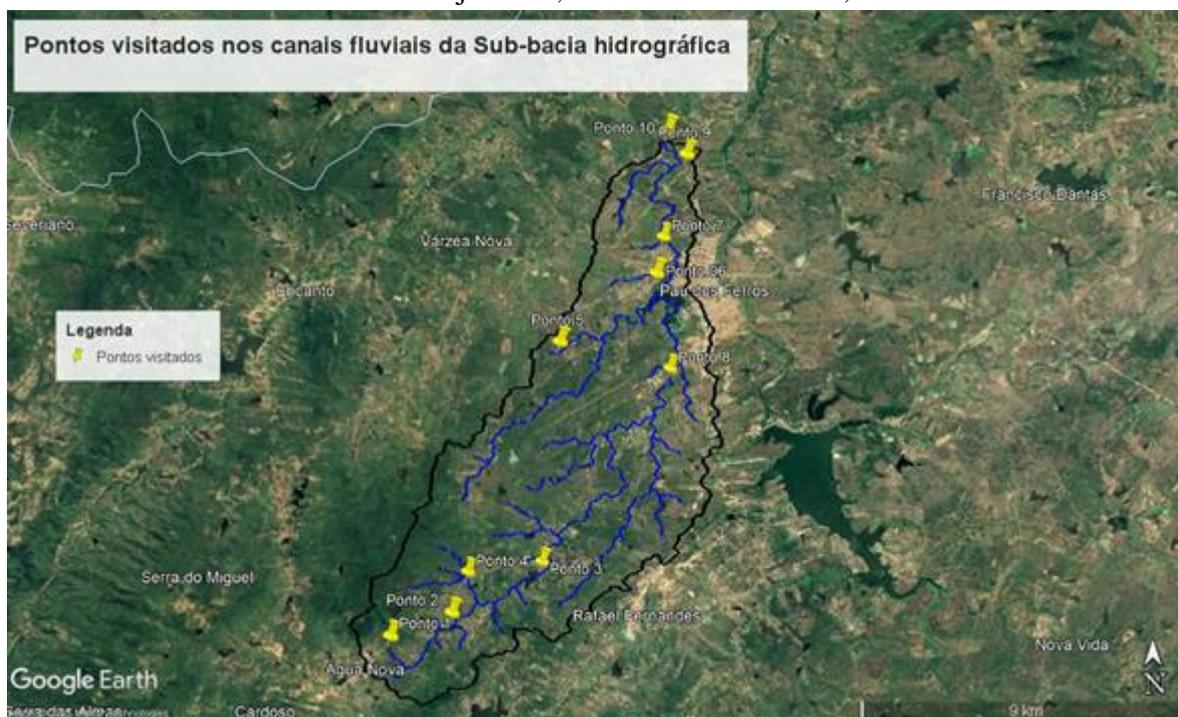
Desse modo, a etapa da pesquisa bibliográfica e documental direcionou-se a efetuar o levantamento bibliográfico e documental relacionados aos temas Geomorfologia fluvial, Planejamento ambiental e assuntos correlatos, como também efetuar a coleta de dados secundários. Como base para fundamentação teórica, foram utilizadas diversas reflexões bibliográficas, a destacar: Vieira (2003), Batista (2011), Ross (2011), Batista e Silva (2013), Nascimento (2013), Girão e Corrêa (2015), Stevaux e Latrubesse (2017), Cavalcante (2018), Vilaça (2018), Costa (2018), Carvalho (2019; 2020).

Com relação aos documentos, efetuou-se o estudo da legislação concernente, em especial, à Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) - Lei nº 9.433/1997 e o Estatuto da Cidade - Lei nº 10.257/2001, bem como os instrumentos de planejamento urbanístico, tais como: Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), Plano Diretor Municipal, Plano de Bacia Hidrográfica, Plano Ambiental Municipal e Agenda-21 local.

Na segunda etapa, a pesquisa de campo foi realizada em duas fases. Inicialmente, a fase 01 dedicou-se ao registro e coleta de dados primários da área, seguindo as recomendações referentes à realidade atual pandêmica causada pela covid-19, vírus SARS_CoV_2. Nesta fase, foram visitados 10 pontos, em localidades do alto, médio e baixo curso da Sub-bacia hidrográfica, conforme indicados na figura 4.



Figura 4 - Indicação dos 10 pontos visitados nos cursos d'água da Sub-bacia hidrográfica do riacho do Cajazeiras, Rio Grande do Norte, Brasil



Fonte: Produzido pela autora (2021).

Sobre a fase 02 da pesquisa de campo, foram realizadas visitas às prefeituras dos municípios que integram à Sub-bacia para averiguar a existência (ou não) de planejamentos territoriais que visem e estejam alicerçados às ações de desenvolvimento ambiental. Já na terceira etapa, para subsidiar a observação de alterações na morfologia dos rios da Sub-bacia, observou-se a carta planialtimétrica de Pau dos Ferros na escala de 1:100.000 da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) do ano de 1976, e efetuou-se a análise comparativa entre as imagens de satélites dos anos de 2009 e 2020 disponibilizadas na Plataforma Google Earth.

Para a averiguação da ocupação e cobertura da terra, foi efetuada a classificação por parte do pesquisador baseada nas observações na área pelas imagens de satélite e *in lócus*. Desse modo, estruturou-se os mapas dos anos de 2009 e 2020 diretamente na Plataforma Google Earth, com a definição das seguintes cores para cada item analisado: o verde escuro, representando a vegetação nativa; verde claro, simbolizando a agricultura; azul escuro, para a rede de drenagem; azul claro, para a área alagável; azul ciano, para os reservatórios; marrom escuro, referente às áreas urbanizadas; ponto branco, dizendo respeito às nascentes; amarelo, no que tange à pecuária; e laranja, como solo exposto.

Com relação à pesquisa de gabinete, realizou-se o tratamento e a análise do banco de dados e a posterior composição de mapas temáticos. Decerto, para compreensão, investigação e avaliação da morfologia fluvial, a partir de evidências temporais e das diferentes naturezas de



observação aplicadas, utilizou-se a associação dos seguintes métodos de investigação e abrangência temporal das evidências, conforme natureza de observação (quadro 1):

Quadro 1 – Natureza, métodos e tempos de investigação

Natureza da observação	Método empregado	Tempo (anos)
Observação direta	Fotografias aéreas e imagens de satélite	2009 e 2020
Registros históricos	Mapas	1976, 2009 e 2020
Relativa	Morfológico	2009 e 2020

Fonte: Stevaux e Latrubesse (2017), modificado de Knighton (1998).

Por fim, a partir da referida associação de métodos, foram produzidos dados baseados nos estudos flúvio-geomorfológicos da área de estudo, com o uso adequado de todas as escalas de tempo e espaço envolvidas na pesquisa. Este método de observação direta dos materiais históricos possibilita uma percepção mais eficaz do comportamento do rio, no sentido de versar uma possibilidade de compreensão das mudanças ocorridas na morfologia dos canais fluviais, seja de maneira gradativa, uniforme ou modificada pela ação humana.

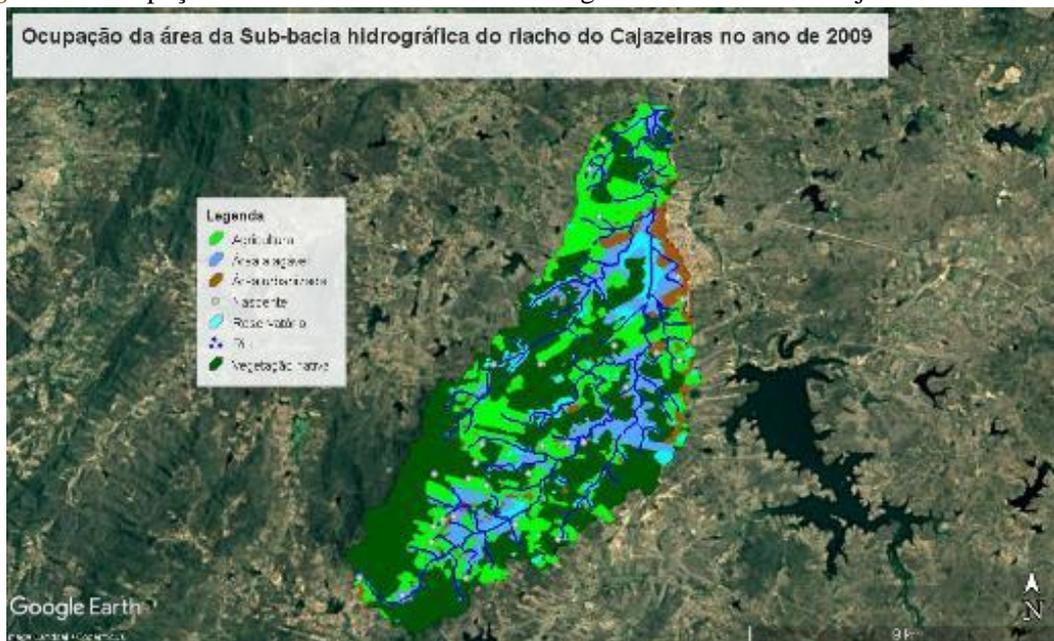
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante os dados obtidos e os conhecimentos analisados sobre o objeto de estudo, oriundos da pesquisa de campo e dados coletados, averiguou-se que a Sub-bacia hidrográfica do riacho Cajazeiras-RN apresenta uma variação morfológica no que diz respeito ao seu sistema fluvial. No ano de 1976, a rede hidrográfica da Sub-bacia possuía poucos reservatórios, com a ocupação urbana da área concentrada no centro do município de Pau dos Ferros, nas proximidades do Açude 25 de março, de modo que no entorno do seu curso d'água principal não haviam grande concentração de ocupações.

Desse modo, ao analisar as figuras 5 e 6 referentes aos anos de 2009 e 2020, nota-se um avanço significativo na ocupação da terra. Ademais, percebe-se que há uma imensa ocupação em torno da planície de inundação do riacho Cajazeiras-RN, principalmente na cidade do município de Pau dos Ferros, também nas proximidades do açude 25 de março.

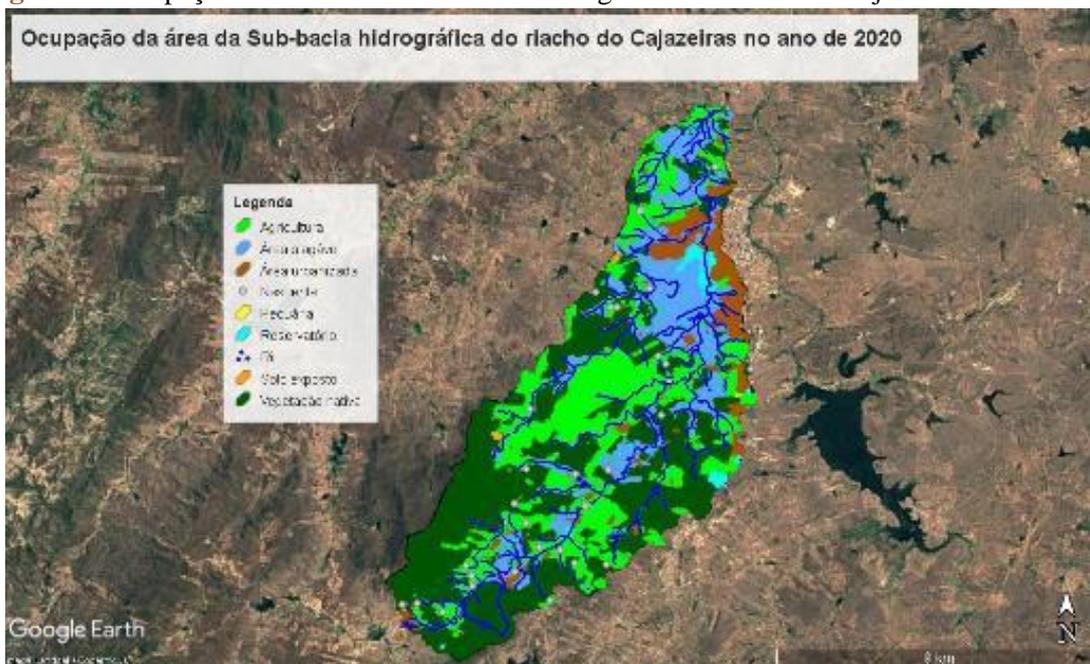


Figura 5 - Ocupação e cobertura da sub-bacia hidrográfica do riacho do Cajazeiras-RN em 2009



Fonte: Produzido pela autora, a partir da imagem de satélite do Google Earth (2009).

Figura 6 - Ocupação e cobertura da sub-bacia hidrográfica do riacho do Cajazeiras-RN em 2020



Fonte: Produzido pela autora, a partir da imagem de satélite do Google Earth (2020).

Em linhas gerais, observa-se nas figuras 5 e 6, a mudança entorno do açude 25 de março, localizado no município de Pau dos Ferros, com uma morfologia diferente em relação ao recorte temporal de 2009 e 2020, menor espessura e mínima área de ocupação urbana em seu entorno. Segundo Vilaça (2018), os afluentes do rio Apodi-Mossoró e do riacho Cajazeiras estão

passando, nas últimas décadas, por um processo contínuo de ocupação urbana, seja por residências ou por estabelecimentos comerciais, como o centro da cidade, por exemplo.

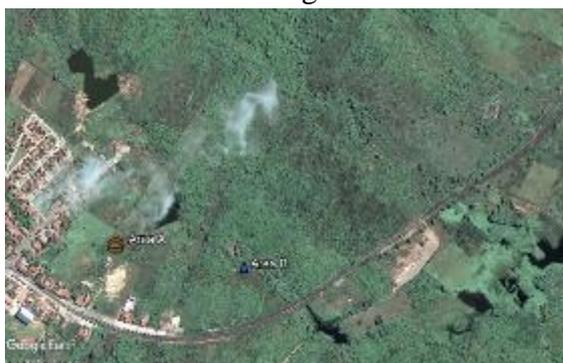
Ainda de acordo com Vilaça (2018), outro ponto desfavorável foi o aumento significativo do êxodo rural nas últimas décadas, que intensificou o processo de urbanização, dando origem a bairros habitacionais relativamente novos, sem o devido planejamento urbano e muito próximos aos leitos dos rios.

Referente ao recorte temporal do ano de 2009, observa-se que a rede fluvial se encontra com reservatórios de pequeno e médio porte espalhados por toda a área da sub-bacia. No alto curso, na área que está a nascente principal, pode-se observar a maior predominância de vegetação nativa, algo visto como positivo para a preservação e a sustentação da dinâmica do sistema fluvial. No percorrer do curso, apresenta, ainda, uma variada área ocupada por agricultura e poucas áreas pelas construções civis.

No entanto, pode-se observar que são nas áreas alagáveis que mais existem a ocupação urbana, fator preocupante e que deve comprometer o dinamismo da morfologia do fluvial, afetando diretamente o comportamento do rio. Quanto ao recorte temporal de 2020, percebe-se que, no alto curso, a vegetação nativa ainda é bastante predominante, com poucos índices de agricultura e urbanização: um ponto bastante positivo, tendo em vista que é a área de nascente da rede de drenagem. Com efeito, a vegetação nativa atua de maneira importante para o controle de erosão, alagamentos, bem como para manter o dinamismo da biodiversidade e do ecossistema do rio.

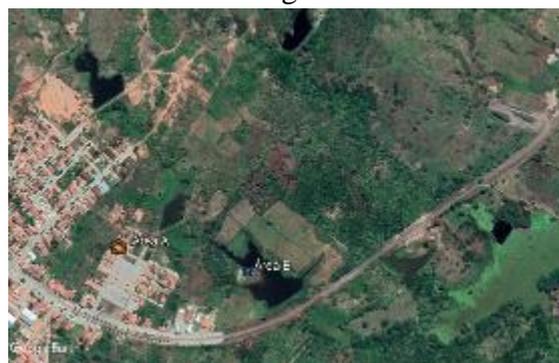
Na figura 7, nota-se que no ano de 2009, havia maior predominância da vegetação nativa; já com uma área de ocupação urbana próxima à nascente do rio, o reservatório localizado na área B da figura era menor em 2009 e se alargou em 2020, como ainda, na área A, há dois reservatórios com um curto distanciamento da área urbanizada, como mostra a Figura 8.

Figura 8 - Área A e Área B no alto curso da Sub-bacia hidrográfica em 2009



Fonte: Produzido pela autora, a partir da imagem de satélite do Google Earth (2009).

Figura 9 – Áreas A e B no alto curso da Sub-bacia hidrográfica em 2020



Fonte: Produzido pela autora, a partir da imagem de satélite do Google Earth (2020).

Já com relação ao médio curso da Sub-bacia em área localizada no município de Pau dos Ferros no ano de 2009, há maior predominância da vegetação nativa em grande escala, com a presença de nascentes e áreas de vegetação e ocupadas pela urbanização. Além disso, observa-se pequenos reservatórios espalhados, dois deles possuem maior porte. Com efeito, destaca-se

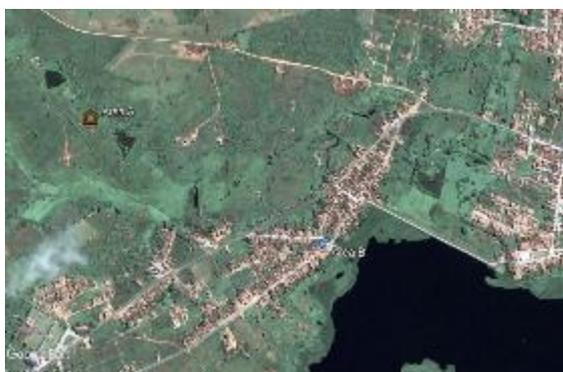


que pequenas construções civis dentro das áreas alagáveis devem ser observadas cautelosamente, pois, de acordo com o Código Florestal (Lei nº12.651), existem distanciamentos a serem respeitados quando se remetem à construção de reservatórios, sendo estes considerados áreas de preservação permanente.

No ano de 2020, observou-se um aumento no uso da terra para a agricultura e, conseqüentemente, uma diminuição da vegetação nativa. Decerto, a retirada da vegetação pode acarretar uma mudança na dinamicidade da paisagem do rio. Logo, as áreas ocupadas por construções civis, principalmente próximas ao rio, podem estar susceptíveis a tais conseqüências.

Conforme a figura 9, na localização do médio curso da Sub-bacia hidrográfica em área do município de Pau dos Ferros no ano de 2009, na parte sul do rio principal, a jusante do açude 25 de março, apresenta-se maior quantidade de ocupações urbanas. Em 2020, observa-se o aumento na ocupação urbana nas margens do rio principal, representadas pelo ponto A, na figura 10, colaborando, pois, para o desaparecimento de reservatórios, da vegetação nativa e a modificação da morfologia do rio. Na área B, que está localizado o sangradouro do açude, por sua vez, observa-se que o rio passa por dentro da área urbana, em 2009 não haviam tantas interferências em suas margens, muito embora seja perceptível que em 2020 há um aumento nas construções civis em seu entorno, bem como o aumento das áreas para loteamento nas proximidades dos canais dos rios.

Figura 10 - Áreas A e B no médio curso da Sub-bacia em 2009



Fonte: Elaborado pela autora, a partir da imagem de satélite do Google Earth (2009).

Figura 11 – Áreas A e B no médio curso da Sub-bacia em 2020



Fonte: Elaborado pela autora, a partir da imagem de satélite do Google Earth (2020).

Diante do supracitado, na pesquisa de campo, foi observado que na morfologia do sistema fluvial da sub-bacia já constam modificações significantes com relação a processo erosivos. Identificou-se na área em processo de loteamento no município de Pau dos Ferros, o desenvolvimento de processos erosivos, em razão da retirada da vegetação nativa, como mostram as Figuras 11, 12 e 13.

Figura 11 - Área margeante de um dos afluentes do Riacho Cajazeiras com presença de sulcos



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Figura 12 – Processo erosivo em área margeante ao Riacho Cajazeiras



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Figura 13 – Processo erosivo em área de loteamento às margens do Riacho Cajazeiras



Fonte: Elaborado pela autora (2021).



Nota-se nestas figuras a susceptibilidade nas áreas margeantes de alguns canais do rio, com pontos de erosão provocando extensos ravinamentos, ambos intensificados pela degradação provinda da interferência antrópica. Com efeito, a retirada da vegetação ciliar e as consequentes ocupações em áreas inadequadas desconfiguram e desencadeiam uma série de problemas ambientais, sobretudo na configuração da dinâmica do rio.

Ainda no médio curso da sub-bacia, no município de Rafael Fernandes, pode-se observar nas figuras 14 e 15, que no ano de 2009 as áreas A e B se encontravam com reservatórios cheios, oriundos do período de chuva, formato mais largos e pequenas ocupações urbanas em seu entorno. Do contrário, em 2020, percebe-se que os reservatórios estão mais estreitos e o rio mais sinuoso, assim como a área C, que sofreu modificações no intervalo dos anos, tendo aumento na ocupação de suas margens em 2020. Na área D, em 2009, observa-se uma pequena escala de agricultura e grande parte de vegetação nativa, ao passo que em 2020 houve o aumento da agricultura em torno do reservatório e sua diminuição.

Figura 14 - Áreas A, B, C e D no médio curso da Sub-bacia em 2009



Fonte: Produzido pela autora, a partir da imagem de satélite do Google Earth (2009).

Figura 15 - Áreas A, B, C e D no médio curso da Sub-bacia em 2020



Fonte: Elaborado pela autora (2021), a partir da imagem de satélite do Google Earth (2020).

Observa-se ainda, que neste recorte, no ano de 2020, há uma maior predominância de áreas de agricultura, com vegetação nativa e um bom espaço de ocupação pelas construções civis próximas às áreas alagáveis. Já na figura 16 no município de Pau dos Ferros em 2009, observa-se que na área A não havia tanta ocupação, diferentemente do ano de 2020, apresentado na figura 17. Em 2009, na área B, havia um reservatório e que, em 2020, passou a não mais existir devido à realização de aterros.

Figura 16 – Áreas A, B e C no médio curso da Sub-bacia em 2009



Fonte: Elaborado pela autora (2021), a partir da imagem de satélite do Google Earth (2009).

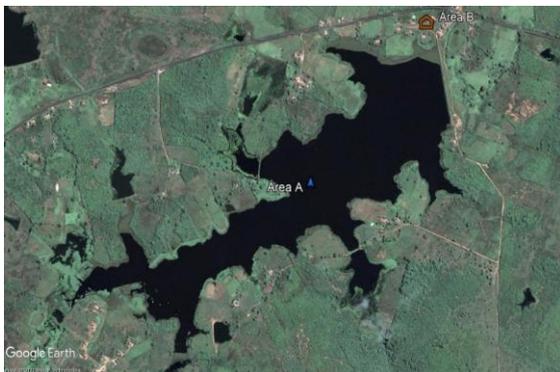
Figura 17 - Áreas A, B e C no médio curso da Sub-bacia em 2020



Fonte: Elaborado pela autora (2021), a partir da imagem de satélite do Google Earth (2020).

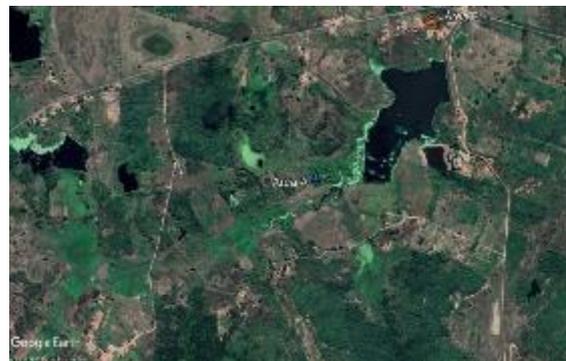
Na figura 18, no município de Rafael Fernandes o riacho do Cajazeiras é barrado, sendo representado na figura pela área A; por um reservatório de grande porte, que, em 2020, se encontra com pouca quantidade de água reservada, com uma diminuição perceptível, com o aumento do uso da terra para a agricultura que beneficia o aumento de construções de moradia na área, conforme mostra a área B identificada na figura 19:

Figura 19 – Área A e Área B na Sub-bacia no ano de 2009



Fonte: Elaborado pela autora (2021), a partir da imagem de satélite do Google Earth (2009).

Figura 20 – Área A e Área B na Sub-bacia no ano de 2020



Fonte: Elaborado pela autora (2021), a partir da imagem de satélite do Google Earth (2020).

No município de Pau dos Ferros também no médio curso da Sub-bacia, nas proximidades do açude 25 de março no município de Pau dos Ferros, percebe-se que, em 2009 (figura 20), a área A era minimamente urbanizada, em relação ao ano de 2020 (figura 21), que traduz uma grande parcela de ocupação urbana. Já na área C, um dos percursos do rio, observa-se que no ano de 2009 não havia seu comprometimento devido não existir tantas ocupações em suas proximidades, que mudaram significativamente em 2020. Isso é traduzido que na área B, em 2009, era um reservatório e, devido às construções civis, deixou de existir no ano de 2020.



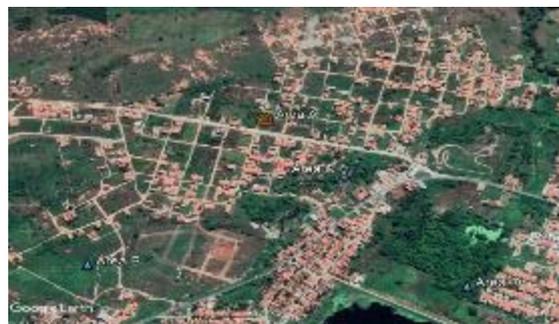
Nesse sentido, vale destacar, ainda, a grande perda da vegetação neste intervalo temporal, fundamental para a dinâmica morfológica fluvial e da paisagem.

Figura 21 – Áreas A, B, C e D da Sub-bacia em 2009



Fonte: Elaborado pela autora (2021), a partir da imagem de satélite do Google Earth (2009).

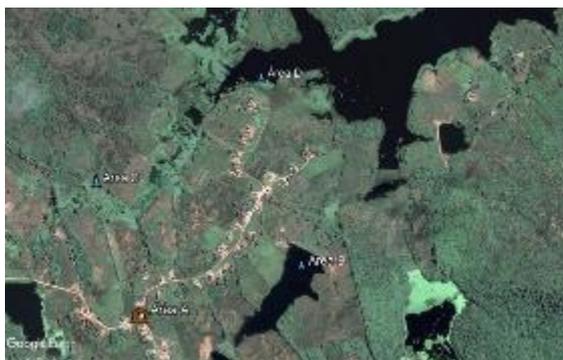
Figura 22 - Áreas A, B, C e D da Sub-bacia em 2020



Fonte: Elaborado pela autora (2021), a partir da imagem de satélite do Google Earth (2020)

Na figura 22, observa-se no município de Pau dos Ferros que a área A no ano de 2009, possuía menos ocupação urbana, algumas em áreas de alagamento do reservatório localizado na área D. Na área C, em 2009, pode-se acompanhar a sinuosidade do rio, mesmo com interferências em suas proximidades, como a implantação da agricultura e as construções civis, à medida que em 2020, como mostra a figura 23, nota-se que a sinuosidade prevalece, embora percebamos, em uma parte do percurso, a transformação morfológica em um meandro abandonado.

Figura 23 – Indicação das áreas A, B, C e D na Sub-bacia em 2009



Fonte: Elaborado pela autora (2021), a partir da imagem de satélite do Google Earth (2009).

Figura 24 - Indicação das áreas A, B, C e D na Sub-bacia em 2020



Fonte: Elaborado pela autora (2021), a partir da imagem de satélite do Google Earth (2020).

Esta modificação flúvio-morfológica pode ser indicada como consequência da retirada da vegetação nativa para implantação de atividades agrícolas. Na área B, por sua vez, houve uma pequena modificação na forma do reservatório, também provavelmente ocasionada pela retirada da vegetação nativa e uso da terra.



Neste sentido, ressalta-se que, a existência de um equilíbrio harmônico dos ambientes naturais implica um planejamento pautado em ações que visem a melhoria e a recuperação da morfologia do rio em prol da mitigação dos impactos ocorridos no ambiente. Nessa ótica, a retirada da vegetação nativa e o uso exacerbado do solo para atividades como a agricultura, por exemplo, podem influenciar diretamente na morfologia dos canais fluviais, alterando toda a estrutura do rio.

Assim, partindo do pressuposto sobre a importância do planejamento ambiental dos municípios que integram à sub-bacia hidrográfica do riacho Cajazeiras, a saber: Água Nova, Rafael Fernandes, Pau dos Ferros, Encanto e São Francisco do Oeste, a legislação urbanística e ambiental entende estarem passíveis à implementação controlada de instrumentos e diretrizes para o planejamento territorial de seus territórios (Quadro 1).

Quadro 1 – Instrumentos de planejamento Ambiental na Sub-bacia hidrográfica

Município	Localização	População	Plano Diretor	Lei de parcelamento de solos	Ações ambientais
Água Nova	Alto curso	3.293 mil IBGE (2021)	Não possui	Não possui	Não possui
Rafael Fernandes	Alto curso	5.158 mil IBGE (2021)	Não possui	Não possui	Não possui
Encanto	Médio curso	5.697 mil IBGE (2021)	Não possui	Não possui	Não possui
Pau dos Ferros	Médio curso	30.802 mil IBGE (2021)	Possui uma minuta	Possui	Para serem executadas no Plano Diretor
São Francisco do Oeste	Baixo curso	4.281 mil IBGE (2021)	Não possui	Não possui	Não possui

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Com isto, compreende-se que, a futura urbanização e a ocupação de toda a área do loteamento, poderá haver uma série de impactos ambientais, como a perda do curso de rio, a sua capacidade de configurar naturalmente o ambiente e os impactos de cunho socioeconômico. É necessário que haja a busca e a mobilização das prefeituras para a execução de ações de planejamento considerando os sistemas fluviais intermitentes pois, do contrário, os danos serão ainda maiores e irreversíveis e comprometerão a paisagem e a vida das diversas populações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocupação urbana vem se intensificando com o passar dos anos, de modo que se observa a intensificação do uso inadequado de muitas áreas que são partes integrantes dos sistemas fluviais. Observou-se, a partir desta pesquisa, a respeito dos cursos d'água da Sub-



bacia hidrográfica do riacho Cajazeiras-RN, diversas mudanças na morfologia de seus cursos, no intervalo temporal de 2009 e 2020.

Diante do supracitado, observou-se que há uma mudança na morfologia fluvial da sub-bacia hidrográfica, ocasionada pelas ações antrópicas que se intensificam com o passar dos anos e que poderá influenciar de forma ativa nas mudanças da morfologia do rio. Estas modificações trazem consigo impactos significativos na dinâmica fluvial e, conseqüentemente, resultando em impactos ambientais, sociais e econômicos, principalmente à população urbana das áreas margeantes aos cursos d'água.

Posto isto, verifica-se que, entre os municípios da área de estudo, é escassa a discussão sobre planejamento ambiental e ações que visem o planejamento dos ambientes naturais. A falta de implementação de leis por parte das prefeituras desses municípios menos populosos, acaba contribuindo com ações que possibilitam danos causados à morfologia fluvial. Dessa maneira, identificou-se uma lacuna relativa ao planejamento ambiental local desta sub-bacia, a falta de engajamento por parte dos órgãos governamentais, sendo necessário atentar-se às ações que visem a conservação dos recursos naturais ou que possam mitigar os efeitos que já foram ocasionados com o passar dos anos. Exceto a minuta que está para ser executada como Plano Diretor neste ano de 2021/2022 no município de Pau dos Ferros.

Sobre isto, reforça-se então, a importância da participação das prefeituras na regência de ações que supram as necessidades ambientais das áreas ocupadas. Os resultados da pesquisa, mostram que tais ações ainda são poucos discutidas e executadas, pois não foram encontrados documentos que comprovem a sua execução em nenhuma das prefeituras, estas poderiam executar ações ambientais de conscientização a população ou realizar a solicitação de uma.

Por fim, espera-se que o presente trabalho possa contribuir para o aprimoramento dos conhecimentos sobre a morfologia fluvial e almejar no aperfeiçoamento de discussões sobre as ações de planejamento ambiental, assim como servir de alicerce para futuros trabalhos que visem o desenvolvimento urbanístico pautado na conservação dos sistemas fluviais intermitentes, destacando a importância do entendimento das bacias hidrográficas e de seus elementos para a expansão urbanística, sobretudo para a manutenção da vida.

REFERÊNCIAS

BATISTA, J. P. G.; SILVA, F. M. Avaliação da fragilidade ambiental na microbacia do riacho do Cajazeiras no semiárido potiguar. ISSN: 1984-8501 **Bol. Goia. Geogr. (Online)**, Goiânia, v. 33, n. 1, p. 53-72, jan/abr. 2013.

BATISTA, J. P. G. **Dinâmica da paisagem na Microbacia do Riacho Cajazeiras no semiárido potiguar**. 2011. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/PRODEMA. Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte: Natal, 2011. 99p.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o Código Florestal. **Diário Oficial da União**: Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a



Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 3 ago. 2021.

BRASIL. Decreto nº 4.297, de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4297.htm. Acesso em: 04 maio 2021.

BRASIL. Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade. **Diário Oficial da União**: Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm. Acesso em: 04 maio 2021.

BRASIL. Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm. Acesso em: 4 ago. 2021.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**: Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 30 abr. 2021.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE cidades**. Brasília: Presidência da república, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 29 set. 2021.

BRASIL. **Instituto de Desenvolvimento Econômico e do Meio Ambiente do Rio Grande Do Norte**. Perfil do seu município. Natal, RN: Governo do Estado do RN, 2003. Disponível em: <http://www.idema.rn.gov.br/>. Acesso em: 28 set. 2021.

CAVALCANTE, A. A. Geomorfologia Fluvial no semiárido brasileiro. **Revista de Geografia**, Recife, edição especial XII SINAGEO, v. 35, n. 4, p. 254-268, agosto 2018.

CARVALHO, A. T. F. Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, São Paulo n. 42, v. 1, p. 140-161, jan-jun 2020a.

CARVALHO, A. T. F. Reflexões sobre a hidrogeomorfologia dos rios intermitentes frente às definições das áreas de preservação permanente de cursos d'água no Brasil. **Revista Geografia em Atos (GeoAtos online)**, Presidente Prudente, São Paulo v. 4, n. 19, p. 135-150, set./dez. 2020b.



CARVALHO, A. T. F. Sistemas Fluviais e o uso de indicadores de sustentabilidade: discussão sobre a utilização do instrumento para gestão de cursos d'água no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, São Paulo, n.41, v. 1, p. 86-99, jan./jun. 2019.

COSTA, F. R. **Análise da vulnerabilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio Doce (RN)**. 2018. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente/PRODEMA (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte: Natal, 2018. 245p.

COSTA, F. R.; LIMA, R. F. S.; SILVA, S. M. P. Carta de risco de inundação a partir de modelos SRTM na área urbana de Pau dos Ferros - RN. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Natal/RN, v. 7, n. 2, p.182-198, maio/ago. 2013.

DINIZ, M. T. M., *et al.* Mapeamento Geomorfológico do Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Geomorfologia** (Online), São Paulo, v. 18, n. 4, p. 689-701, out./dez. 2017.

GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B. Progressos nos estudos de geomorfologia fluvial urbana ao final do século XX. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro n. 26, p. 245-269, abril, 2015.

NASCIMENTO, F. R. **O fenômeno da desertificação**. Goiânia: Editora UFG, 2013.

ROSS, J. L. S. (2011). Análise e síntese na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, 9, 65-75, 2011. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.1995.0009.0006>

STEVANUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

SUDENE, Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br>. Acesso em 4 de novembro de 2021.

VIEIRA, V. P. P. B. Desafios da Gestão Integrada de Recursos Hídricos no Semiárido. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental - Centro de Tecnologia/UFC n. 2, v. 8, p. 7-17, abr/jun. 2003.

VILAÇA, I. L. V. **Caracterização de áreas de alagamentos na cidade de Pau dos Ferros RN**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Geografia). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte: Revista OKARA: Geografia em debate, João Pessoa, PB, DGEOC/CCEN/UFPB, 2018. 19p.

HISTÓRICO

Submetido: 22 de Outubro de 2022.

Aprovado: 18 de Dezembro de 2022.

Publicado: 26 de Dezembro de 2022.

DADOS DOS AUTORES

Monaliza Cristina Galdino Pessoa

Licenciada em Geografia pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Campus Avançado Pau dos Ferros (UERN-CAPF), Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Profa. Florência Maria de Jesus, 91, Alto Santa Tereza, São Miguel, Rio Grande do Norte, Brasil, CEP: 59920-000.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4187-2759>.



Lattes: <https://lattes.cnpq.br/7557916776122704>.

E-mail: monalizacristina00@gmail.com.

Andreza Tacyana Felix Carvalho

Bacharel em Geografia, Mestre e Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Professora Adjunta do Departamento de Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte - Campus Avançado Pau dos Ferros (UERN-CAPF), e da Pós-graduação em Geografia (PPGeo) da UERN, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil. Endereço para correspondência: BR 405, Km 3, Departamento de Geografia, Arizona, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, CEP: 59900-000.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6642-3802>.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9952017155638030>.

E-mail: andrezafelix@uern.br.

COMO CITAR O ARTIGO - ABNT

PESSOA, M. C. G.; CARVALHO, A. T. F. Indicativos da morfologia fluvial ao planejamento ambiental da sub-bacia hidrográfica do Riacho Cajazeiras - RN. **Revista GeoUECE**, Fortaleza (CE), v. 11, n. 21, e202204, 2022.