

# Sustentabilidade em Ação

Livro 6 - I CINEAI

(Orgs)

Paulo Roberto Ramos

Sidclay Cordeiro Pereira

Maria Neuza da Silva Oliveira

Rodrigo Leandro Ramos Barboza da Silva

# **Sustentabilidade em Ação**

## **Livro 6**

**(Orgs)**

Paulo Roberto Ramos

Sidclay Cordeiro Pereira

Maria Neuza da Silva Oliveira

Rodrigo Leandro Ramos Barboza da Silva

Capa: José Tasso de Souza Alves

Os artigos desta coletânea e todo seu conteúdo são de inteira e total responsabilidade de seus autores.

---

E24Congressoe Ramos, Paulo Roberto et al (Orgs)

Sustentabilidade em Ação / Paulo Roberto Ramos, Sidclay Cordeiro Pereira, Maria Neuza da Silva Oliveira, Rodrigo Leandro Ramos Barboza da Silva (Orgs). – Juazeiro (BA): I Congresso Internacional de Educação Ambiental Interdisciplinar, 2023.

396f.

ISBN: 978-65-00-99962-4

DOI: 10.5281/zenodo.10968721

Livro 6 elaborado a partir da coletânea dos artigos apresentados no I Congresso Internacional de Educação Ambiental Interdisciplinar. São Paulo: UICLAP Editora, 2024.

1. Educação Ambiental. 2. Interdisciplinaridade. 3. Meio ambiente. 4. Sustentabilidade. I. Pereira, Sidclay Cordeiro. II. Oliveira, Maria Neuza da Silva. III. Silva, Rodrigo Leandro Ramos Barboza da. IV. Título.

CDD: 372.357

---

**I Congresso Internacional de Educação Ambiental Interdisciplinar  
I CINEAI**

# QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO IPOJUCA NA REGIÃO DE CARUARU – PE E A POSSIBILIDADE DE BIOREMEDIÇÃO

João Gustavo Soares de Araújo<sup>1</sup>  
Maria Rita Ivo de Melo Machado<sup>2</sup>  
Alineaurea Florentino Silva<sup>3</sup>  
Roseane Santos de Jesus<sup>4</sup>  
Sandreanio Nascimento Ferreira<sup>5</sup>

1. Geógrafo, Especialista em Ensino de Geografia, Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais – PROFCIAMB/UFPE e doutorando pelo Programa em Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial – PPGADT/UFRPE – E-mail: gustavoevolucão@yahoo.com.br
2. Geógrafa, Doutora em Geografia Humana, Professora adjunta do Departamento de História da UFRPE – Professora do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial – PPGADT/UFRPE e coordenadora da Cátedra Manoel Correia de Andrade – E-mail: mariarita.machado@ufrpe.br
3. Agrônoma, Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Pesquisadora da Embrapa. Professora do Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais – PROFCIAMB/UFPE – Professora do Programa em Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial – PPGADT/UFRPE – E-mail: alineaurea.silva@embrapa.br
4. Engenheira Agrônoma, Professora EBTB do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe Campus Glória. Mestre em Agroecossistemas NEREN/UFS e Doutoranda no Programa em Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial – PPGADT/UFRPE – E-mail: roseane.jesus@hotmail.com
5. Zootecnista. Pós graduado em Gestão ambiental; Bovinocultura de leite; Desenvolvimento Regional. Mestrado em Administração e Desenvolvimento Rural - PADR/UFRPE. Doutorando em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial - PPGADT/UFRPE. Consultor de política pública de comercialização de produtos da Agricultura Familiar - E-mail: sandreanioferreira@gmail.com

## RESUMO

A bacia do rio Ipojuca é de grande importância para o estado de Pernambuco, devido sua grande influência econômica, cultural e social. Esse rio tem um grande significado para o desenvolvimento da

agropecuária do município de Caruaru. Diante disso é fundamental compreender que a bacia do rio Ipojuca vem sofrendo ao longo dos anos diversos impactos que tem comprometido a qualidade de suas águas. A passagem pelo perímetro urbano do município de Caruaru é um dos fatores que têm impulsionado o aumento do fluxo de poluição. O presente estudo teve como objetivo a análise da qualidade das águas e o uso do recurso hídrico e com isso fortalecer o manejo agroecológico e da agrobiodiversidade no trecho às margens do rio Ipojuca no município de Caruaru – PE. Através de uma pesquisa de campo exploratória de carácter qualitativo e quantitativo, foi possível obter um panorama geral da atual realidade do rio Ipojuca nesse município. A pesquisa iniciou-se com um levantamento bibliográfico, seguido de visitas *in loco* para coleta de informações, registros fotográficos e entrevistas que comprovam esses impactos ambientais, bem como essa dependência agroecológica. A partir das informações coletadas, foi possível fazer um levantamento dos fatores que contribuem para a degradação ambiental do recurso hídrico no município em questão, os principais riscos que causam a população e as consequências ao sistema agropecuário dependente do rio Ipojuca. Com os resultados obtidos foi constatado que o município de Caruaru não está gerindo esse recurso hídrico, bem como foi identificado um Ciclo de Dependência Ambiental onde quem polui sofre por meio do consumo de insumos produzidos na agricultura com sua própria atitude.

**Palavras-chave:** rio Ipojuca, recursos hídricos, sustentabilidade, poluição das águas.

## **Introdução**

A identificação do Ciclo da Dependência Ambiental foi feita através das observações de pontos de descargas de efluentes domésticos, comerciais e industriais na calha do rio nos trechos em que atravessa o núcleo urbano de Caruaru. Visitas *in loco* encerraram a coleta de informações e análises críticas antes de se obter os resultados. Foi feita coleta de água no rio para análise físico-química exatamente no ponto de captação feito com fins de irrigação de culturas de pimentão, milho, alface e abóbora no Sítio Torres na zona rural de Caruaru, próximo ao bairro das Rendeiras.

As análises realizadas foram pH, condutividade elétrica (CE), dureza cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), cálcio + magnésio ( $\text{Ca}^{+2}/\text{Mg}^{+2}$ ), sódio ( $\text{Na}^{+}$ ), potássio ( $\text{K}^{+}$ ), bicarbonato ( $\text{HCO}_3$ ), sulfato ( $\text{SO}_4$ ), cloreto (Cl) segundo a metodologia do Standard methods for the examination of water and wastewater (APHA, 2012). A partir das concentrações de Na, Ca e Mg, calculou-se a Razão de Adsorção de Sódio (RAS). Posteriormente será feita a devolução ao agricultor com utilização de metodologias participativas para sensibilização da comunidade que fica adjacente à área estudada.

Foi realizada coleta da água com vistas a análise dos parâmetros para irrigação. A análise revelou que características não condizem com o uso da água para irrigação continuada, pelo risco de salinização que a mesma confere, diante dos teores de sódio e potássio, indicando que o uso por um período maior pode ocasionar salinização do solo da área de cultivo e possivelmente risco de eutrofização da fonte de água.

O excesso de resíduos e poluentes lançados em corpos hídricos é a principal causa do aumento de nutrientes como: nitrogênio e fósforo, causando um fenômeno chamado de eutrofização das águas. Esse processo pode trazer diversos problemas aos ecossistemas aquáticos, desde a mortandade de peixes e plantas aquáticas até a interferência na paisagem do local, além de gerar um maior gasto econômico para tratamento da água e impossibilitar o seu uso para fins domésticos e recreativos (BARRETO *et al.*, 2013), promovendo a ‘morte’ total do recurso hídrico.

A análise dos riscos é tida como um instrumento de gestão e segundo Vieira (2003), o gerenciamento de risco envolve três grandes atividades sistemáticas: Identificação dos riscos, sejam eles físicos, econômicos, sociais, ambientais ou administrativo; Análise dos riscos, compreendendo a quantificação, a avaliação qualitativa, a análise comparativa e o ordenamento; e ações gerenciais, envolvendo medidas preventivas e medidas mitigadoras.

Diante dessa problemática, se faz necessária uma maior divulgação de tais problemas na mídia, uma vez que gestores públicos pouco enfatizam a poluição hídrica, como um problema presente, que pode trazer graves consequências para as futuras gerações.

Conforme Guerra e Cunha (2005), a crescente demanda para pesquisar impactos ambientais urbanos está associada ao fato de que a sociedade e os governantes pouco têm problematizado o ambiente das

idades. É a partir de estudos, pesquisas e diagnósticos que darão suporte a projetos de conservação dos recursos hídricos, a iniciativas desenvolvidas por órgãos particulares e entidades regulamentadoras governamentais que poderão traçar planos futuros para a utilização racional dos recursos hídricos disponíveis.

## **Objetivos**

Analisar as atividades antrópicas e qualidade das águas do rio Ipojuca no município de Caruaru-PE com vistas a sensibilização ambiental para preservação por parte da população. Identificaram-se as atividades antrópicas poluentes ao longo do trecho do rio Ipojuca compreendido entre Bezerros-PE e Caruaru-PE.

Foram apresentados dados que comprovem a importância do recurso hídrico para a sociedade localizada na bacia. Algumas formas de minimizar os prejuízos ecológicos e a degradação do recurso hídrico foram apresentadas, na hipótese de sensibilizar a população e o Poder Público, tornando-os multiplicadores das soluções para diminuir tais impactos.

## **Metodologia**

Baseadas nas observações que deram origem ao Ciclo da Dependência Ambiental, descrito anteriormente, as análises da água do rio Ipojuca continuaram sendo feitas, porém foram elencados outros pontos de coleta além daquele já iniciado, localizado no sítio Torres, no ponto de captação da água do rio para ser utilizada na irrigação da propriedade.

As observações feitas na dinâmica do rio Ipojuca sugeriram que as coletas em pontos específicos (Figura 1), formando uma linha do tempo que levava em consideração a fluidez hídrica do corpo d'água. Coletas feitas a montante e a jusante da cidade de Caruaru, coletas feitas no ponto de captação de água para irrigação, bem como nos ambientes lênticos existentes no Sítio Torres e uma coleta feita já no município a jusante de Caruaru, em Bezerros.

Figura 1: Mapa com as indicações de todos os pontos de coleta de água do rio Ipojuca para análise laboratorial.



Fonte: <https://earth.google.com/web/@8.26880049,35.901519,505.44759822a,22448.16952652d,35y,0h,0t,0r> acesso em abril de 2020.

Foram feitas coletas nos seguintes pontos do rio Ipojuca:

- Sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – local onde há a captação de água do rio para fins de irrigação dos cultivos diversos e para a dessedentação dos rebanhos (Figura 2);

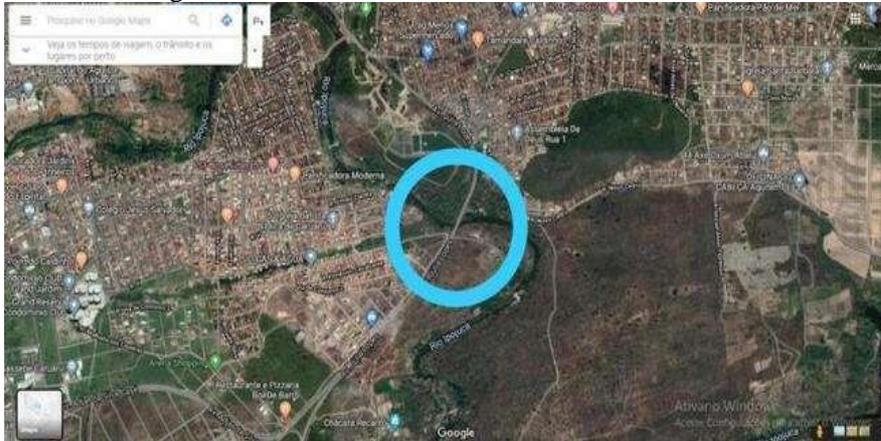
Figura 2: Ponto de captação de água do rio Ipojuca no sítio Torres – Rendeiras – Caruaru.



Fonte: <https://www.google.com.br/maps/@-8.2875573,-35.9137107,560m/data=!3m1!1e3>. acesso em março de 2020.

- Ponte do bairro Rendeiras – Caruaru – local que configura o término da área urbana da sede do município de Caruaru e o início da zona rural a jusante do rio (Figura 3);

Figura 3: Ponte do bairro Rendeiras – Caruaru –



PE.

Fonte: <https://www.google.com.br/maps/@-8.2859244,-35.9345528,870m/data=!3m1!1e3> acesso em março de 2020.

- Acesso molhado que liga a rodovia BR-232 ao tradicional bairro do Alto do Moura – Caruaru – configura início da área urbana da sede do município de Caruaru e o fim da zona rural a montante do rio (Figura 4);

Figura 4: Acesso ao Alto do Moura – Caruaru – PE.



Fo

nte: <https://www.google.com.br/maps/@-8.2985688,-36.0270461,870m/data=!3m1!1e3> acesso em março de 2020.

- Rua Capitão Pedro Pereira – Loteamento Santo Amaro II – Bezerros – Ponto a 200 metros do limite rural/urbano a montante da sede do município de Bezerros (Figura 5).

Figura 5: Ponto de coleta no município de Bezerros –



PE. F

onte: <https://www.google.com.br/maps/@-8.2403692,-35.7740129,884m/data=!3m1!1e3> acesso em março de 2020.

Essa última coleta comprovar a hipótese de que o rio Ipojuca, apesar de ser extremamente poluído principalmente após atravessar a cidade mais populosa de toda a sua bacia, passa por um processo de regeneração natural que faz com que chegue ao próximo centro urbano mais limpo e oxigenado, isso se deve ao longo trecho sem ação antrópica e graças a presença da vegetação macrofilas aquáticas, algas e cianobactérias que sobrevivem da poluição existente nos corpos d'água.

Foram coletadas e analisadas águas em dois ambientes lânticos nas terras do sítio Torres, chamados aqui de barreiro de cima e barreiro de baixo devido as suas posições na declividade do próprio relevo (Figura 6).

O barreiro de cima é usado como reservatório da água bombeada do rio para a partir dele ser novamente bombeada para irrigar as áreas mais íngremes da propriedade (Figura 7). E o barreiro de baixo, não tem utilização, trata-se da água que infiltra do barreiro de cima e fica represada (Figura 8). As análises irão comprovar ou opor-se a hipótese de nele conter águas com menos elementos nocivos a toda a cadeia animal e vegetal.

Figura 6: Ambientes lânticos localizados no sítio Torres.



Fonte: <https://www.google.com.br/maps/@-8.2403692,-35.7740129,884m/data=!3m1!1e3> acesso em março de 2020.

Figura 7: Barreiro de cima localizado no sítio Torres – Rendeiras–Caruaru – PE.



Fonte: Autor, 2020.

Figura 8: Barreiro de baixo localizado no sítio Torres Rendeiras – Caruaru – PE.



Fonte: Autor, 2020.

As coletas com as amostras de água foram feitas nos meses de novembro, dezembro de 2019 e janeiro de 2020. As análises foram realizadas no laboratório da Embrapa Semiárido em Petrolina, sertão de Pernambuco e geraram em sua maioria três resultados, são eles: Resultados Da Solicitação Geral De Análise De Irrigação Realizadas No Laboratório De Agroambiental, onde se identificam a presença de elementos químicos como cálcio, magnésio, sódio, potássio, bicarbonato, sulfato, o pH e a dureza da água; Resultados Da Solicitação Geral De Análise Das Séries De Nitrogênio, Fósforo, Dqo E Turbidez Realizadas No Laboratório De Agroambiental, onde se identificam a quantidade de nitratos, nitritos, fosforo, a quantidade de nitrogênio existente e o DQO - a Demanda Química de Oxigênio ou Carência Química de Oxigênio (CQO), um parâmetro para medir a quantidade de matéria orgânica, através de oxigênio dissolvido, suscetível a ser oxidada por meios químicos que existam em uma amostra líquida e por fim O Resultado Das Análises De Metais Pesados, onde podemos verificar a presença de zinco, cobre, manganês, ferro, níquel, chumbo e crômio.

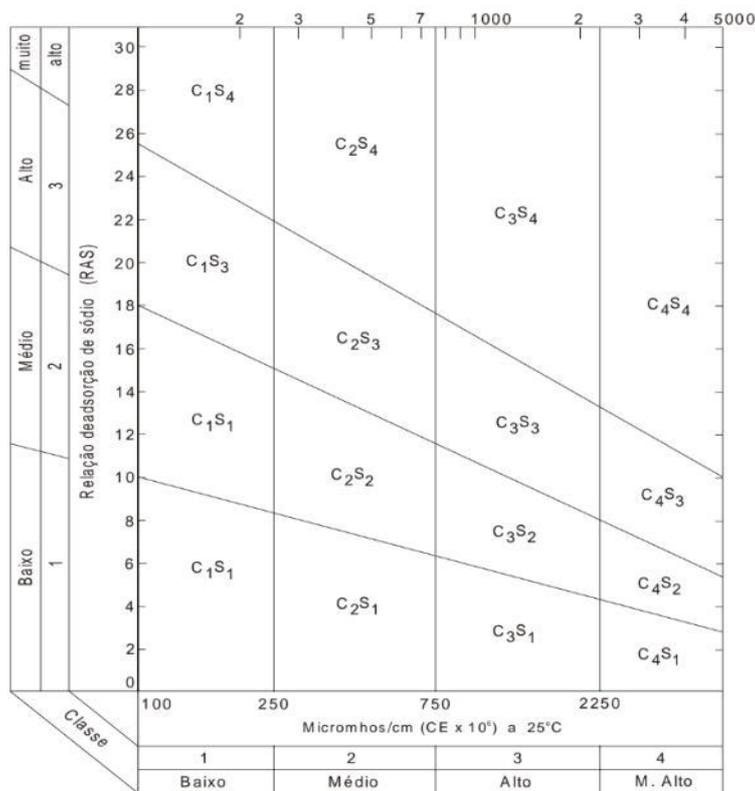
Através da verificação dessas análises, poderemos identificar possíveis causas e consequências das agressões sofridas pelo meio.

### **Classificação De Água Para Fins De Irrigação**

A classificação de água para fins de irrigação é um recurso que fornece uma base para prever com razoável confiança o efeito geral da sua utilização sobre o solo e a planta e sob o sistema de irrigação (CORDEIRO, 2001).

O esquema de classificação para avaliação da qualidade da água é baseado nas características químicas da água. Adotamos a classificação do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos, publicada em 1954 onde encontramos um diagrama de classificação com a combinação entre a Relação de Adsorção de Sódio (RAS) e a concentração de sais, com variações entre C1, C2, C3 e C4 e S1, S2, S3 e S4 em todas as combinações e cruzamentos possíveis, formando até 16 classes de água (quadro 1).

Quadro 1: Diagrama para classificação de águas para irrigação.



Fonte: adaptado de Cordeiro (2001).

## **Perigo de Salinidade**

As águas são divididas em classes segundo sua condutividade elétrica (CE). Tomando como base este critério, as águas se dividem em quatro classes: salinidade baixa, média, alta e salinidade muito alta, tendo as seguintes características:

C1 – Baixa salinidade: própria para irrigar a maior parte dos cultivos, baixíssimo risco ao solo;

C2 – Média salinidade: pode ser usada em grau moderado, tendo o cuidado para não promover a lixiviação, vários tipos de cultivos se adaptam a esse tipo de água;

C3 – Alta salinidade: restrição a vários tipos de solo, onde se faz necessária a utilização de práticas especiais para controle de salinidade e apenas plantas com tolerância aos sais;

C4 – Salinidade muito alta: utilizável somente em condições muito especiais e com plantas extremamente tolerantes aos altos teores de sais.

### **PERIGO DE SODIFICAÇÃO (alcalinização)**

Tomando-se como base o critério de perigo de sódio (Na), as águas se classificam em quatro classes: baixo, médio, alto e muito alto, a depender dos valores da RAS e da CE, tendo as seguintes classificações por categorias:

S1 – Água com baixo teor de sódio: pode ser usada para irrigação em quase todos os solos, baixo risco de problemas de sodificação;

S2 – Água com teor médio de sódio: só podem ser utilizadas em solos arenosos ou orgânicos de boa permeabilidade;

S3 – Água com alto teor de sódio: necessita de práticas especiais de manejo como: drenagem, aplicação de matéria orgânica e fácil lavagem;

S4 – Água com alto teor de sódio: inadequada para irrigação, exceto quando a salinidade for baixa ou média ou o uso de gesso ou outro corretivo torne possível o uso dessa água.

## **Resultados Da Solicitação Geral De Análise Da Água Para Fins De Irrigação Realizadas No Laboratório Agroambiental Da Embrapa Semiárido – Petrolina/Pe**

Para gerar os respectivos resultados, foram feitas coletas periódicas de água com fins de avaliação de qualidade e para atender a classificação do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos. Tais

coletas consistiram na retirada de um pequeno volume (1,5 litros) de água do rio Ipojuca em pontos específicos, relatados anteriormente, esse volume foi acondicionado em garrafas de vidro e encaminhados para o Laboratório da Embrapa Semiárido em Petrolina – PE.

Foram levados em consideração que as coletas de amostragem tivessem uma íntima relação com o local da pesquisa. Houve uma preocupação temporal e com a conservação das amostras, remetendo ao tempo que elas demoraram para ser analisadas, isso influenciaria na confiabilidade dos resultados das análises.

A importância dessas coletas está no conhecimento sobre a qualidade da água do rio Ipojuca adquirido com as análises, uma vez que o agricultor estudado se utiliza dessa fonte para pôr em prática sua agricultura, utilizando o recurso hídrico na irrigação das suas culturas.

### Coleta No Sítio Torres

A tabela 1 mostra os dados das análises químicas para fins de irrigação, o trecho onde a coleta foi feita trata-se do ponto de captação direta de água do rio Ipojuca, feita pelo agricultor para irrigar as culturas produzidas no sítio Torres em Caruaru (figura 9). Esses resultados trazem um parâmetro real da qualidade da água ofertada pelo agricultor as suas culturas, além de servir também como recurso para a dessedentação dos pequenos rebanhos que existem na propriedade.

Os resultados indicam a classificação C3S1, ou seja, uma alta salinidade devido à baixa condutividade elétrica e uma baixa sodificação devido a Relação de Adsorção de Sódio (RAS) e a Condutividade Elétrica (CE) apresentar resultados satisfatórios.

Tabela 1: Resultados da coleta no rio Ipojuca no trecho do rio que atravessa o sítio Torres – Caruaru – novembro de 2019.

| PROTO COLO | DESCRIÇÃO  | Ca <sup>+2</sup> | Ca <sup>+2</sup> /Mg <sup>+2</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> | Cl     | pH   | CE (mS/cm) | RAS   | DUREZA | CLASSIFICAÇÃO |      |
|------------|--|------------------|------------------------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|-----------------|--------|------|------------|-------|--------|---------------|------|
| 19.3.853   | João Gustavo S. de Araújo - Sítio Torres - Rendeiras - Caruaru - PE - 25/11/2019 | mg/L             | mg/L                               | mg/L            | mg/L           | mg/L                          | mg/L            | mg/L   |      | mS/m       |       | Ppm    |               |      |
|            |  | 88,0             | 238,08                             | 156,4           | 39,0           | 286,7                         | 487,87          | 325,89 | 7,27 | 0,929      | 4,460 | 9,3    | Branda        | C3S1 |

Responsável pela coleta: o autor – análise: EMBRAPA Semiárido – Petrolina – PE.

Figura 9: captação de água do rio Ipojuca no sítio Torres.



Fonte: Matheus Rocha, 2019.

### COLETAS NA PONTE DO BAIRRO RENDEIRAS

As tabelas 2 e 3 são referentes as duas coletas feitas nesse ponto. Os resultados trazem uma variação observada nos dois meses que separam as coletas, onde as análises da tabela 4 feitas em novembro de 2019 apresentam resultados superiores as análises constantes na tabela 5 feitas em janeiro de 2020. Isso deve-se a episódios de chuvas torrenciais que fizeram o fluxo do rio Ipojuca aumentar e os resíduos serem carregados a jusante, em direção a foz.

Em ambas as tabelas o resultado indicam que a classificação permanece a mesma C3S1, ou seja, uma alta salinidade devido a baixa condutividade elétrica e uma baixa sodificação devido a Relação de Adsorção de Sódio (RAS) apresentar resultados satisfatórios.

Tabela 2: Resultados da coleta no rio Ipojuca na ponte do bairro Rendeiras – Caruaru – 1ª coleta – novembro de 2019.

| PROTO COLO | DESCRIÇÃO   | Ca <sup>2+</sup> | Ca <sup>2+</sup> /Mg <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> | Cl     | pH  | CE (mS/cm) | RAS   | DUREza | CLASSIFICAÇÃO |      |
|------------|---|------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|-----------------|--------|-----|------------|-------|--------|---------------|------|
| 19.3.825   | João Gustavo S. de Araújo - ponte do bairro Rendeiras - Caruaru - PE - 02/11/2019 | mg/L             | mg/L                              | mg/L            | mg/L           | mg/L                          | mg/L            | mg/L   |     | mS/m       |       | Ppm    |               |      |
|            |   | 80               | 2.048                             | 179,4           | 31,2           | 109,8                         | 193,92          | 427,12 | 7,5 | 0,95       | 5,515 | 8      | Branda        | C3S1 |

Responsável pela coleta: o autor – análise: EMBRAPA Semiárido – Petrolina – PE.

Tabela 3: Resultados da coleta no rio Ipojuca na ponte do bairro Rendeiras – Caruaru – 2ª coleta – janeiro de 2020.

| PROTO COLO | DESCRIÇÃO   | Ca <sup>+2</sup> | Ca <sup>+2</sup> /Mg | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> | Cl     | pH   | CE (mS/cm) | RAS   | DUR Eza | CLASSIFICAÇÃO AO |       |
|------------|---|------------------|----------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|-----------------|--------|------|------------|-------|---------|------------------|-------|
| 20.3.910   | João Gustavo S. de Araújo - ponte do bairro Rendeiras - Caruaru - PE 19/01/2020 | mg/L             | mg/L                 | mg/L            | mg/L           | mg/L                          | mg/L            | mg/L   |      | mS/m       |       | Ppm     |                  |       |
|            |   | 70,4             | 235,52               | 93,15           | 24,57          | 225,7                         | 270,33          | 299,26 | 6,88 | 1,367      | 2,670 | 9,2     | Branda           | C3 S1 |

Responsável pela coleta: o autor – análise: EMBRAPA Semiárido – Petrolina – PE.

## COLETAS NO ALTO DO MOURA

As análises constantes nas tabelas 4 e 5 são referentes a um ponto de coleta que esperava-se haver baixos índices químicos e uma qualidade de água muito melhor, porém devido ao baixo fluxo de água e grande quantidade de vegetação macrofita, pela quase intermitência do rio nesse ponto os resultados são alarmantes. As observações atestam que a cidade de Caruaru é responsável pela grande quantidade de detritos oriundo de efluentes águas cinzas, águas negras e dejetos oriundo de atividades comerciais e industriais despejados diretamente no rio Ipojuca, assim o rio deveria ter uma qualidade melhor no perímetro rural a montante da cidade, porém as condições naturais e a dinâmica do rio gerando altos índices de elementos químicos contradizem essa possibilidade.

As tabelas são de coletas realizadas em novembro de 2019, tabela 4 e janeiro de 2020, tabela 5. Episódios de chuvas torrenciais fizeram o fluxo do rio Ipojuca aumentar e os resíduos serem carreados a jusante também nesse trecho, promovendo assim a limpeza da calha e uma sensível melhoria nas análises de janeiro de 2020, inclusive na qualidade da água.

Na coleta de novembro de 2019, expressa na tabela 4, a classificação da água é C4S3, ou seja, uma salinidade muito alta e uma água com alto teor de sódio devido a Relação de Adsorção de Sódio (RAS) apresentar resultados elevados.

Na coleta de janeiro de 2020, expressa na tabela 5, a classificação da água é C4S2, onde a salinidade continua muito alta, todavia a água apresenta uma pequena redução na sodificação apresentando uma média taxa de sais devido a baixa na Relação de Adsorção de Sódio (RAS) que ainda apresentar resultados elevados aos padrões.

Tabela 4: Resultados da coleta no rio Ipojuca no acesso molhado que liga a rodovia BR-232 ao tradicional bairro do Alto do Moura – Caruaru – 1ª coleta – novembro de 2019.

| PROTO COLO | DESCRIÇÃO   | Ca <sup>+2</sup> | Ca <sup>+2</sup> /Mg | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> | Cl      | pH  | CE (mS/cm) | RAS    | DUREza | CLASSIFIC AÇÃO |
|------------|---|------------------|----------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|-----------------|---------|-----|------------|--------|--------|----------------|
| 19.3.826   | João Gustavo S. de Araújo - Acesso ao Alto do Moura - Caruaru – PE – 02/11/2019 | mg/L             | mg/L                 | mg/L            | mg/L           | mg/L                          | mg/L            | mg/L    |     | mS/m       |        | Ppm    |                |
|            |   | 64,32            | 222,72               | 372,6           | 58,5           | 339,16                        | 527,04          | 1569,81 | 7,5 | 2,95       | 10,985 | 8,7    | Brand a C4 S3  |

Responsável pela coleta: o autor – análise: EMBRAPA Semiárido – Petrolina – PE.

Tabela 5: Resultados da coleta no rio Ipojuca no acesso molhado que liga a rodovia BR-232 ao tradicional bairro do Alto do Moura – Caruaru – 2ª coleta – janeiro de 2020.

| PROTO COLO | DESCRIÇÃO   | Ca <sup>+2</sup> | Ca <sup>+2</sup> /Mg | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> | Cl      | pH   | CE (mS/cm) | RAS   | DUREZA | CLASSIFIC AÇÃO |
|------------|---|------------------|----------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|-----------------|---------|------|------------|-------|--------|----------------|
| 20.3.911   | João Gustavo S. de Araújo - Acesso ao Alto do Moura - Caruaru PE 19/01/2020 | mg/L             | mg/L                 | mg/L            | mg/L           | mg/L                          | mg/L            | mg/L    |      | mS/m       |       | Ppm    |                |
|            |   | 313,6            | 1410,56              | 450,8           | 54,6           | 334,28                        | 288,96          | 1410,06 | 7,34 | 5,63       | 5,281 | 55,1   | Brand a C4 S2  |

Responsável pela coleta: o autor – análise: EMBRAPA Semiárido – Petrolina – PE.

### Coletas nos Ambientes Lênticos do Sítio Torres

Foi constatado que na propriedade rural onde se desenvolveu o estudo havia dois reservatórios de água, conhecidos como ambientes lênticos, chamados de barreiro de cima e barreiro de baixo, isso devido a seu posicionamento no terreno com uma cota altimétrica de 3 metros de desnível entre eles. Através dos relatos do agricultor concluímos que o de cima funcionava como uma estação elevatória da água bombeada diretamente do rio Ipojuca e que servia para irrigar outras áreas em outras cotas altimétricas do terreno. E o barreiro de baixo tratava-se do acúmulo de água que infiltrava do barreiro de cima pela fenda onde estavam localizados, este não tinha serventia. A hipótese era que o barreiro de baixo pudesse ter águas com uma qualidade melhor, porém as análises mostraram o contrário.

A amostra de água coletada do barreiro de cima, expressa na tabela 6, tem uma qualidade de água um pouco melhor que do barreiro de baixo. A análise mostra uma classificação com ordem C3S1, ou seja, uma alta salinidade devido a baixa condutividade elétrica e uma baixa sodificação devido a Relação de Adsorção de Sódio (RAS) e a Condutividade Elétrica (CE) apresentar resultados satisfatórios, igual a da tabela 1, analisada anteriormente.

Já a amostra de água coletada do barreiro de baixo, expressa na tabela 7, tem uma classificação da água ordenada por C4S2, em que apresenta salinidade muito alta e um teor médio de sódio, deve-se a danos já causados ao solo pela salinidade e adição de fertilizantes e agrotóxicos químicos que são carregados para esse ambiente pela lixiviação em episódios de precipitação pluviométrica ocasional. No caso das práticas agrícolas realizadas em áreas declivosas e frágeis, pode ocorrer processo severo de erosão hídrica e contaminação dos recursos hídricos, pela grande quantidade de sedimentos que chegam aos corpos d'água.

A erosão hídrica causa alteração na qualidade do solo a partir da perda de matéria orgânica e nutriente, com a consequente redução da sua capacidade produtiva. Para compensar o desequilíbrio produtivo, o agricultor aumenta o aporte de fertilizantes e outros insumos, e, portanto, aumenta os níveis de degradação da água (MERTEN e MINELLA, 2002). As atividades agropecuárias são uma fonte importante de contaminação em regiões onde ocorre concentração elevada de atividades de criação de animais em confinamento como suinocultura, pecuária de leite e avicultura. Em geral, o manejo dos dejetos está associado a sistemas de tratamento primários e à utilização destes materiais como fertilizantes. Porém essas atividades são praticadas em pequenas propriedades, com pouca disponibilidade de área, para aplicação dos dejetos, resultando em taxas de aplicação exacerbadas destes produtos no solo e, conseqüentemente, poluição hídrica por lixiviação (EMBRAPA, 1998). Isso justifica a inviabilidade da água armazenada no barreiro de baixo para projetos de irrigação e demais utilizações, sendo atestados pela análise expressa na tabela abaixo.

Tabela 6: Resultados da coleta de água do rio Ipojuca no barreiro de cima no sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – janeiro de 2020.

| PROTOCOL O | DESCRIÇÃO   | Ca <sup>+2</sup> | Ca <sup>+2</sup> /<br>Mg <sup>+2</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> | Cl     | pH   | CE<br>(mS/cm) | RAS   | DUR<br>EZA | CLASSIFICAÇ<br>ÃO |
|------------|---|------------------|--|-----------------|----------------|-------------------------------|-----------------|--------|------|---------------|-------|------------|-------------------|
| 20.3.908   | João Gustavo S. de Araújo - Barreiro de cima - sítio Torres - Rendeiras - Caruaru - PE - 16/01/2020 | mg/L             | mg/L                                   | mg/L            | mg/L           | mg/L                          | mg/L            | mg/L   |      | mS/m          |       | Ppm        |                   |
|            |   | 82,24            | 264,70                                 | 151,8           | 21,45          | 183,24                        | 398,68          | 304,58 | 7,03 | 1,6815        | 4,105 | 10,34      | Branda C3 S1      |

Responsável pela coleta: o autor – análise: EMBRAPA Semiárido – Petrolina – PE.

Tabela 7: Resultados da coleta de água do rio Ipojuca no barreiro de baixo no sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – janeiro de 2020.

| PROTOCOL O | DESCRIÇÃO   | Ca <sup>+2</sup> | Ca <sup>+2</sup> /<br>Mg <sup>+2</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> | Cl         | pH       | CE<br>(mS/cm) | RAS       | DUREZ A | CLASSIFIC AÇÃO |          |
|------------|---|------------------|--|-----------------|----------------|-------------------------------|-----------------|------------|----------|---------------|-----------|---------|----------------|----------|
| 20.3.909   | João Gustavo S. de Araújo - Barreiro de cima - sítio Torres - Rendeiras - Caruaru - PE - 16/01/2020 | mg/L             | mg/L                                   | mg/L            | mg/L           | mg/L                          | mg/L            | mg/L       |          | mS/m          |           | Ppm     |                |          |
|            |   | 177,6            | 632,3<br>2                             | 322             | 15,6           | 281,8                         | 281,1<br>8      | 642,1<br>9 | 7,0<br>4 | 2,85          | 5,63<br>4 | 24,7    | Brand<br>a     | C4<br>S2 |

Responsável pela coleta: o autor – análise: EMBRAPA Semiárido – Petrolina – PE.

### coleta no município de bezerros

Essa coleta atesta a ideia de que o rio sem a ação antrópica direta, sem a emissão de efluentes em grande quantidade em sua calha, pode se recuperar. Em seu trajeto, atravessando seus 24 municípios, o rio Ipojuca intercala trechos urbanos com trechos rurais, ao todo são 12 trechos urbanos que o agridem diretamente com suas emissões de efluentes. Assim, após atravessar a cidade de Caruaru, o rio passa por toda uma extensão rural até chegar no seu próximo centro urbano no município vizinho, a cidade de Bezerros, a jusante, distante de caruaru no sentido oeste-leste 32,7 km via BR-232.

### Resultados e Discussão

De maneira geral, os volumes de água presentes nos aquíferos são insuficientes e de qualidade inadequada para atendimento aos usos múltiplos das comunidades rurais, observando-se e comparando com os dados da Resolução do CONAMA n°. 357 (CONAMA, 2005), porém práticas agrícolas mais sustentáveis podem reduzir a velocidade dos efeitos deletérios do uso desse tipo de água. Os cursos de água superficiais são em geral intermitentes, em virtude de inexistir escoamento de base significativo (GALVÍNIO; OLIVEIRA & SOUZA, 2017), o que exige da assistência técnica maior atenção sobre o uso e manejo dessas fontes hídricas.

Outra discussão feita junto com os atores locais do trecho estudado foi sobre o ciclo de poluição, chamado aqui de Ciclo da Dependência Ambiental (Figura 10). Trata-se do uso das águas poluídas a montante pelos agricultores que irrigam culturas a jusante (Figura 11) e que assim fazem por falta de opção e por não terem conhecimento

empírico sobre o assunto. Diversos fatores podem ser observados e que explicam as consequências danosas do mau uso das águas do rio Ipojuca e ausência de tratamento adequados dos efluentes.

O Ciclo da Dependência Ambiental representado, pode ser um dispositivo de fácil compreensão para devolução dos resultados aos produtores e melhor visualização do panorama que pode se agravar caso não sejam tomadas medidas para sensibilização da população.

Figura 10. Esquema do Ciclo da Dependência Ambiental.



Fonte: Autores, 2019.

Figura 11: Agricultor captando no Sítio Torres, a jusante da cidade de Caruaru, as águas poluídas do rio Ipojuca para irrigar sua lavoura.



Fonte: Matheus Rocha, 2019.

As agressões sofridas pelo rio são provenientes das práticas agrícolas como a drenagem das precipitações pluviométricas que lixiviam o solo, carreando consigo os agrotóxicos, pesticidas, fertilizantes e adubos químicos utilizados no solo e nas agriculturas localizadas a sua margem. Essa emissão de produtos químicos oriundo de práticas agrícolas é responsáveis por processos de eutrofização no ambiente, surgindo então grande quantidade de matéria orgânica alterando assim a Condutividade Elétrica (CE) e consequentemente a Relação de Adsorção de Sódio (RAS).

A tabela 8 apresenta resultados inferiores aos anteriormente analisados em praticamente todos os elementos, apenas a Relação de Adsorção de Sódio (RAS) apresenta uma alteração considerada, fazendo com que a classificação da água continue mostrando C3S2, indicando uma alta salinidade e um médio teor de sal.

Tabela 8: Resultados da coleta no rio Ipojuca na rua Capitão Pedro Pereira – Loteamento Santo Amaro II – Bezerros – novembro de 2019.

| PROTOCOL O | DESCRIÇÃO   | Ca <sup>+2</sup> | Ca <sup>+2</sup> /<br>Mg <sup>+2</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> | Cl         | pH       | CE<br>(mS/cm) | RAS       | DUR<br>EZA | CLASSIFICAÇ<br>ÃO   |
|------------|---|------------------|--|-----------------|----------------|-------------------------------|-----------------|------------|----------|---------------|-----------|------------|---------------------|
| 19.3.827   | João Gustavo<br>S. de Araújo -<br>Lot. Santo<br>Amaro II -<br>Bezerros - PE<br>- 02/11/2019 | mg/L             | mg/L                                   | mg/<br>L        | mg/<br>L       | mg/L                          | mg/L            | mg/L       |          | mS/m          |           | Ppm        |                     |
|            |   | 22,4             | 222,7<br>2                             | 147,<br>2       | 31,2           | 168,3<br>6                    | 166,5<br>6      | 675,2<br>1 | 7,0<br>2 | 1,02          | 7,34<br>1 | 3,04       | Brandia<br>C3<br>S2 |

Responsável pela coleta: o autor – análise: EMBRAPA Semiárido – Petrolina – PE.

Toda água usada na irrigação contém sais dissolvidos. O efeito destes sais sobre as características químicas e físicas de solos irrigados é de grande importância para a manutenção da sua capacidade produtiva (CORDEIRO, 2001).

### **Bi indicadores De Poluição E Regeneração Do Rio Ipojuca**

Apesar de se tratar de um ambiente lótico, relativo a águas continentais moventes, o rio Ipojuca sofre com seu regime hídrico e depende basicamente das chuvas para ter sua fluidez considerável garantida. No trecho estudado, caracteristicamente, deveria ser intermitente pois como já foi dito anteriormente, as chuvas que se verificam, às vezes tem caráter orográfico ou convectivos quando da instalação da Zcit ou de Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, no final do

verão ou outono, tais eventos produzem variações de volume de água na bacia do Ipojuca.

O volume de água do rio Ipojuca varia muito, sendo mínima a maior parte do tempo, o que indica um maior índice de poluição hídrica verificada. O que justifica isso é que não sendo alimentado naturalmente por afluentes ou por águas pluviais frequentes, a presença do volume de água constante é indício da emissão de água de reuso, principalmente originárias de emissores domésticos, comerciais e industriais, que despejam esgoto cru e demais dejetos na calha do rio Ipojuca.

Devido aos altos índices de poluição gerados pela ausência de um sistema de esgotamento sanitário com tratamento adequado na quase totalidade dos municípios que estão localizados na bacia do rio Ipojuca, exceto na cidade de Tacaimbó, onde existe uma ETE, trata-se da primeira obra de esgotamento sanitário executada pela Companhia Pernambucana de Saneamento – Compesa, ação integrante do Programa de Saneamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Ipojuca (PSA Ipojuca), que busca atender com serviços de esgoto as cidades que são banhadas pelo manancial em Pernambuco.

Assim, poluído por efluentes urbanos, esgotos de água de reuso, despejados sem tratamento sanitário adequado, o rio sofre com a eutrofização. Processo que pode durar dias ou meses, e resultar em desequilíbrio ambiental. Eutrofização é um processo, normalmente, resultante de alguma atividade de origem humana, de alteração das características do meio aquático pelo aumento do aporte da carga de nutrientes, resultando em reprodução acelerada de alguns organismos já presentes no ambiente, como algas, cianobactérias e macrófitas aquáticas (MATTHIENSEN, 2017).

Formam-se tapetes de algas no fundo dos cursos d'água, plantas macrofilas entopem canais, levando à diminuição da disponibilidade de luz para a coluna d'água e queda da concentração de oxigênio dissolvido (depleção), pela decomposição da matéria orgânica resultante desse crescimento excessivo (MATTHIENSEN, 2017) (Figura 12).

Assim, as observações feitas na calha do rio Ipojuca e especificamente no trecho aqui estudado, comprovam o processo de eutrofização existente. Percebe-se que o aumento das macrofilas está diretamente relacionado ao volume mínimo de água no rio durante a maior parte do tempo, tornando o fluxo do rio muito lento ou inexistente. Já os maiores volumes ocasionais de água fazem surgir corredeiras que

arrastam as macrofilas rio abaixo em direção a foz (Figura 13). Esse aumento do volume de água, oxigena a calha, carregam os sedimentos deixados não só pelos esgotos urbanos como pelos pesticidas, fertilizantes químicos e adubos provenientes de dejetos animais e da agricultura.

Figura 12: Tapete de macrofilas entupindo a calha do rio Ipojuca, causando a diminuição da disponibilidade de luz e a consequente queda na concentração de oxigênio (depleção) – sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE.



Fonte: Autor, 2019.

O excesso de sedimentos nos corpos d'água resultas em elevada turbidez, comprometendo áreas de reprodução de espécies e podendo levar à perda de habitats aquáticos (MATTHIENSEN, 2017). Pesticidas usados na agricultura são transportados pelas águas superficiais, ameaçando a vida selvagem e silvestre, e a saúde humana das comunidades que fazem uso da água.

A poluição que atinge o rio Ipojuca é classificadas como poluição pontual, quando a fonte de poluição é facilmente identificável. Os efluentes industriais e esgotos domésticos são exemplos atuantes na poluição das águas do rio Ipojuca.

Em relação à água, a qualidade é percebida como a variação de um conjunto de parâmetros intrínsecos que limita seu uso, sendo extremamente variável no tempo e no espaço. Quando existem dados

confiáveis disponíveis sobre a qualidade da água, seu uso seguro torna-se possível (Silva *et al.* 2018). Assim, mesmo sendo uma importante bacia hidrográfica do estado de Pernambuco, pouco se sabe e pouco se faz pelo rio Ipojuca.

Figura 13: Após grande volume de água as macrofilas desaparecem da calha do rio Ipojuca – Sítio Torres – Rendeiras – Caruaru – PE.



Autor: Francisco Soares, 2020.

## Considerações Finais

Neste trabalho de pesquisa confirmou-se que o rio Ipojuca, tem o potencial natural de se regenerar da tamanha agressão antrópica, basta que a sociedade deixe de agredi-lo e que os efluentes sejam enfim tratados.

Com o apoio do laboratório de análise química da Embrapa Semiárido, comprovamos a poluição extrema do rio Ipojuca, e através das hipóteses levantadas pelos pesquisadores e das suas conclusões, observou-se a presença tanto do recorte geográfico quanto da biota em detrimento a preservação do rio.

Concluimos que a água é um recurso muito importante para a fixação do homem no campo, para o desenvolvimento de suas atividades agrárias, para a agroecologia e suas práticas metodológicas, principalmente para o homem do semiárido, para promover sua resistência.

## **Bibliografia**

- APHA (2012) Métodos Padrão para o Exame de Água e Águas Residuais. 22ª Edição, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.
- Barreto, L. ., Barros, F. ., Bonomo, P. ., Rocha, F. ., & Amorim, J. . (2013). Eutrofização Em Rios Brasileiros. Enciclopedia Biosfera, 9(16).
- CORDEIRO, G. G.; Qualidade de água para fins de irrigação (conceitos básicos e práticas). Petrolina, Embrapa Semiárido, 2001.
- Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisas de Aves e Suínos. Manejo de Dejetos de Suínos. Concórdia, 1998. 31pp.
- GALVÍNCIO, J. D; OLIVEIRA, V. S; SOUZA, W. M (org.); Mudança climáticas, sociedade, cidade e meio ambiente. Recife: Editora UFPE, 2017.
- GUERRA, A. T; CUNHA, S. B.; Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 416p.
- MATTHIENSEN, A. Poluição e eutrofização de águas interiores – rios, lagos e represas. In: SIQUEIRA, G.; SILVA, J. D. da (Org.) 12 feridas ambientais do planeta. Florianópolis: HB Editora, 2017. p. 50-51. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1081592/poluicao-e-eutrofizacao-de-aguas-interiores---rios-lagos-e-represas>. Acesso em 30 mar 2023.
- MERTEN, G. H., MINELLA, J.P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura.

Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, Porto Alegre, v. 3, n. 4, 2002. 33-38 pp.

SILVA, M. S. L.; et al.; editores técnicos. - Água e saneamento: contribuições da Embrapa – Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1101773/final8906.pdf> acesso em março de 2023.

VIEIRA, V. P. P. B.; Desafios da gestão integradora de recursos hídricos no semi-árido. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Brasília, v.8, p. 7-17, 2003. Disponível em: <http://www.mobilizadores.org.br/wp-content/uploads/2014/05/desafios-da-gesto-integrada-de-recursos-hdricos-no-semirido.pdf>. Acesso em: 30 de maio de 2023.