



# Estudo ambiental em minibacias hidrográficas do semiárido brasileiro utilizando a metodologia de Rocha e Kurtz (2007)

Danilo Duarte Costa e Silva<sup>1</sup>

## Como Citar:

E SILVA, Danilo Duarte Costa . Estudo ambiental em minibacias hidrográficas do semiárido brasileiro utilizando a metodologia de Rocha e Kurtz (2007). Revista Sociedade Científica, vol.7, n. 1, p.2543-2555, 2024. <https://doi.org/10.61411/rsc202444717>

DOI: [10.61411/rsc202444717](https://doi.org/10.61411/rsc202444717)

Área do conhecimento: Ciências Ambientais.

Palavras-chaves: Gestão de Recursos Hídricos; Diagnóstico físico-conservacionista; Matriz de impacto ambiental.

Publicado: 10 de junho de 2024

## Resumo

No contexto atual, a deterioração das regiões semiáridas tem recebido considerável atenção da mídia e da comunidade científica. O Brasil, com seu semiárido, amplamente reconhecido como o mais desafiador do mundo, enfrenta não apenas pressões naturais, mas também as consequências de políticas públicas equivocadas ao longo dos anos. Esse cenário de deterioração em constante crescimento evidencia a necessidade urgente de abordagens metodológicas que possam combater os problemas locais. A presente pesquisa se baseia em um modelo metodológico de análise ambiental de bacias hidrográficas [17], aplicado com sucesso em várias minibacias hidrográficas do semiárido do Rio Grande do Norte - Brasil. Os resultados revelaram níveis de degradação acima do limite aceitável, destacando a urgência de intervenção por parte do poder público, especialmente nas minibacias hidrográficas mais afetadas.

## 1. Introdução

Nos últimos anos, o gerenciamento de bacias hidrográficas ganhou destaque, tornando-se cada vez mais crucial [23]. Ao examinarem diferentes abordagens de intervenção em bacias hidrográficas, observaram uma disseminação global dessas práticas, destacando a necessidade urgente de conciliar a subsistência das comunidades locais com a preservação dos recursos naturais [8]. No contexto brasileiro, essa questão não é diferente: [22], após uma análise abrangente da gestão de recursos hídricos no país, identificou o principal desafio como sendo a harmonização do desenvolvimento econômico com a conservação ambiental, especialmente em regiões semiáridas, como é o caso do Nordeste brasileiro, apresentando desafios significativos para a população

<sup>1</sup>Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil. ✉



local. Compartilhando dessa visão, destacou as pressões ambientais enfrentadas pela população do semiárido brasileiro, que, aliadas à degradação ambiental em curso, colocam essa região entre as mais problemáticas do mundo [5].

No âmbito das bacias hidrográficas no semiárido brasileiro, essa problemática é intensificada em microbacias hidrográficas específicas, como aquela situada na zona rural de Currais Novos, no Rio Grande do Norte. Nessa área, a necessidade de subsistência, muitas vezes desprovida de planejamento adequado, manifesta-se em atividades como garimpo clandestino, desmatamento para a indústria ceramista e agricultura em áreas de relevo acidentado. Ao mesmo tempo, há uma urgência em preservar o ambiente, ameaçado pela desertificação, o que cria um cenário preocupante para o semiárido nordestino. Sem medidas urgentes para mitigar esses problemas, a microbacia hidrográfica de Currais Novos poderá se assemelhar cada vez mais a regiões desérticas ao redor do mundo.

O objetivo deste estudo é analisar a situação atual da microbacia hidrográfica utilizando uma abordagem de gestão integrada da bacia hidrográfica, que combina métodos tradicionais de análise ambiental, como a matriz de impacto ambiental e o geoprocessamento. Pretende-se identificar as áreas mais carentes de intervenção em termos ambientais e sociais, fornecendo subsídios para a formulação de políticas e ações que visem à sustentabilidade e ao desenvolvimento equilibrado dessa região.

## 2. Referencial teórico

### 2.1 Bacia hidrográfica como unidade de intervenção

De acordo com [16], uma bacia hidrográfica é definida como uma área que coleta água da chuva por meio de ravinas, canais e afluentes, encaminhando-a para um curso d'água principal que desemboca no mar ou em um grande lago. Por sua vez, [18] caracteriza a bacia hidrográfica como uma região geograficamente demarcada por divisores de água, onde a água da superfície é drenada por um rio principal e seus



afluentes. Em consonância, [8] descrevem a bacia hidrográfica como uma área de drenagem que converge para um destino comum.

Segundo [9], uma bacia hidrográfica representa uma porção de terra que recebe água de diversas fontes, como chuva, neve e orvalho e a direciona para um corpo d'água compartilhado, como um córrego, rio ou lago; o mesmo advoga pelo uso da bacia hidrográfica como a unidade mais apropriada para o gerenciamento, argumentando que os problemas relacionados à bacia, como a poluição da água, não respeitam limites políticos, mas sim naturais. Esse conceito tem sido amplamente respaldado em estudos ao redor do mundo ([9],[23], [18], [8]).

## 2.2 **Evolução na gestão de bacias hidrográficas**

O desenvolvimento na abordagem da gestão de bacias hidrográficas não seguiu um padrão uniforme ou estável ao longo do tempo conforme apontam [10]. Essa evolução como passando por diferentes fases, começando com uma ênfase nos aspectos legais, representando um modelo mais burocrático, seguido por um período de investimentos financeiros específicos em setores, com foco na construção de grandes obras hídricas, refletindo um modelo mais voltado para a economia e finanças é descrita por [13], culminando assim em um modelo mais abrangente e sistêmico, centrado na gestão integrada de bacias hidrográficas.

As primeiras abordagens sobre o manejo de bacias hidrográficas estavam predominantemente preocupadas com a gestão dos recursos hídricos, mas ao longo do tempo expandiram-se para abranger preocupações ambientais mais amplas e, recentemente, evoluíram para incluir o manejo integrado de recursos naturais e gestão ambiental integrada conforme salientam [10]. Foi observado que, inicialmente, o foco estava na gestão dos recursos hídricos, com investimentos em infraestrutura hidráulica, mas posteriormente houve uma mudança de paradigma para uma abordagem mais holística, integrando preocupações ambientais com o desenvolvimento econômico sustentável [22].



### 2.3 **Enfoques e ações voltadas para o manejo integrado de bacias hidrográficas**

A diversidade de definições de manejo integrado de bacias hidrográficas é destacada ao redor do mundo, refletindo as diferentes origens profissionais (engenheiros florestais, agrônomos, hidrólogos, biólogos, etc.) e as características específicas do local (país ou região) onde são aplicadas [10]. Por exemplo, [8] definem manejo como "o uso integrado de vegetação, terra e água em uma área geográfica...", [18] como "ordenamento do uso/ocupação da paisagem, observadas as aptidões de cada segmento...", [10] como "...um grupo de ações orientadas a aproveitar os recursos naturais e outros grupos de ações... com fim de assegurar uma sustentabilidade ao meio ambiente", e [17] como "uma proposta educativa e corretiva para recuperar o meio ambiente deteriorado, sugerindo as melhores alternativas para a proteção e conservação da natureza, melhorando substancialmente a qualidade de vida do homem e da sociedade, permitindo o uso científico contínuo dos recursos naturais".

A partir da definição de [17], fica claro que as ações propostas devem ter um caráter corretivo, ajustando o uso da terra à sua aptidão, e educativo, promovendo a conscientização ambiental na área em questão. Nesse sentido, a metodologia apresentada por [17] e [16] inclui uma fase inicial de diagnóstico da situação atual da área em questão (microbacia hidrográfica) e uma segunda fase na qual são sugeridas as ações a serem implementadas com base nos resultados do diagnóstico.

Na prática, existem dois exemplos no semiárido brasileiro do uso da metodologia de [16] como instrumento de manejo integrado para introduzir medidas de mitigação. Um exemplo mais abrangente foi desenvolvido por [3], que, a partir dos resultados dos diagnósticos, introduziu medidas educativas e corretivas para adequar o uso da terra à sua aptidão na microbacia. Além disso, foram implementadas ações para aproveitamento da água pluvial no cultivo agrícola, como poços amazonas e barragens subterrâneas, com o objetivo de melhorar a situação socioeconômica na microbacia de



Paus Brancos (PB) durante períodos de estiagem. Similarmente, [19] introduziu, em menor escala, técnicas agrícolas adequadas à capacidade de uso do solo com base nos resultados do diagnóstico físico-conservacionista. É importante ressaltar que essas ações de manejo foram implementadas após a realização dos diagnósticos, para os quais [16] utilizou métodos comuns no estudo de bacias hidrográficas, como matrizes e técnicas de geoprocessamento.

### 2.3.1 **Matriz aplicada ao estudo de bacias hidrográficas**

A inclusão da preocupação ambiental nos estudos de bacias hidrográficas ([22], [10]) resultou na disseminação de metodologias direcionadas à análise do impacto ambiental em projetos relacionados ao manejo das bacias. Entre essas metodologias, as matrizes têm se destacado, não apenas por serem amplamente reconhecidas como método de análise de impacto, mas também por sua praticidade na aplicação. A matriz pode ser definida como "quadros bidimensionais que facilitam a determinação dos impactos decorrentes da interação entre as atividades do projeto e os elementos específicos do meio ambiente" [15].

A matriz também pode ser descrita como um método que apresenta as ações do projeto em um lado e, do outro lado, os fatores ambientais [4]. Ele destaca a Matriz de Leopold, elaborada na década de 1970 por Luna Leopold (e equipe), como um dos principais tipos de matriz utilizados para análise de impacto ambiental. Segundo o autor, esta matriz consiste em 100 itens listados verticalmente e 88 itens listados horizontalmente, permitindo classificar as ações introduzidas cruzando com várias áreas relacionadas ao meio ambiente. Em cada cruzamento, é atribuído um peso que indica a magnitude da ação.

No Brasil, recentemente, [16] desenvolveu uma adaptação da matriz de Leopold com o objetivo de analisar tanto os aspectos socioeconômicos (com 88 indicadores e pesos variando de 1 a 12) quanto os aspectos relacionados à poluição direta do meio ambiente (com 21 indicadores e pesos de 1 a 2). Após a introdução dos pesos em ambas



as matrizes, é aplicada a equação da reta para transformar os resultados em dados quantitativos [21]. Essa versão modificada da matriz tem sido utilizada para analisar diversas bacias hidrográficas em todo o Brasil ([3], [21], [19]).

### 2.3.2 Geoprocessamento aplicado ao manejo de bacias hidrográficas

A conexão entre gestão de bacias hidrográficas e geoprocessamento é frequentemente ressaltada na literatura recente, conforme observado por [20]. Segundo o autor, a gestão de bacias hidrográficas oferece um vasto potencial para aplicações de geoprocessamento, possibilitando, de acordo com [9], uma excelente manipulação de dados relacionados à bacia hidrográfica.

No contexto do manejo integrado, [20] afirma que, dadas as prováveis questões ambientais enfrentadas hoje em dia em bacias hidrográficas, o uso de geoprocessamento é essencial e é mais comumente aplicado por meio de sistemas de informação geográfica (SIG). De acordo com [11], esses sistemas incluem, entre outros aspectos, sistemas de mapas digitais representados por dados vetoriais e raster. Os dados vetoriais são os mais utilizados nos estudos contemporâneos de bacias hidrográficas [9].

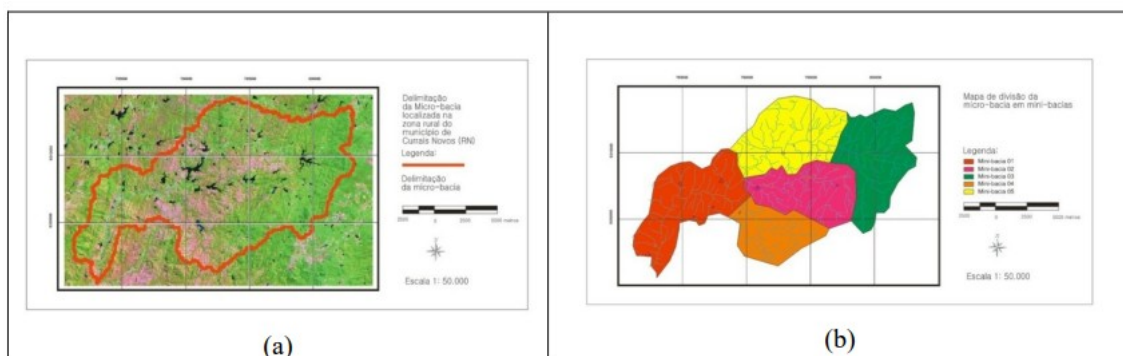
No que diz respeito ao manejo integrado de bacias hidrográficas, [16] apresenta um método no qual o geoprocessamento desempenha um papel fundamental na análise da bacia, como observado em sua aplicação em diversas regiões ([3], [14], [19]). As vantagens percebidas estão relacionadas, principalmente, à: a) delimitação da microbacia; b) uso na delimitação da rede de drenagem; c) elaboração do mapa de uso da terra; d) divisão da microbacia em minibacias; e) modelagem digital do terreno.

## 3. Metodologia

A microbacia hidrográfica selecionada para estudo faz parte da bacia hidrográfica Piranhas-Açu e se localiza na zona rural do município de Currais Novos (RN) semiárido brasileiro, conforme apresenta na tabela abaixo. A microbacia é

localizada na latitude 6°12'41.60"S e na longitude 36°24'51.07"O, possui clima Bw'h' segundo a classificação climática de Koopen, clima muito quente e semi-árido e apresenta um predomínio (em termos de população residente) de propriedades rurais.

**Tabela 1** – Mapa de delimitação<sup>2</sup> (a) e divisão da microbacia em compartimentos (b).



A metodologia<sup>3</sup> a ser utilizada neste estudo foi proposta pelo [16] e pelo [17], e tem o enfoque de aplicação voltado para microbacias predominantemente rurais. Correspondendo a identificar inicialmente, com base na aplicação de diagnósticos<sup>4</sup> (físico-conservacionista, socioeconômico e ambiental), quais os compartimentos (minibacias) mais deteriorados, posteriormente introduzir ações mitigadoras (ênfase nas unidades mais deterioradas) e por fim introduzida uma nova análise da deterioração (novamente através de diagnósticos) com vias a perceber se houve ou não mitigação da deterioração. Para aplicação do método a microbacia é subdividida<sup>5</sup> em compartimentos

<sup>2</sup> A delimitação da microbacia foi realizada a partir do georreferenciamento (a partir da imagem do satélite Landsat de 19 de junho de 2008, com o uso do software IDRISI KILIMANJARO) tendo como base coordenadas conhecidas. Posteriormente a imagem foi exportada para o software ARC GIS onde foi delimitada a microbacia com a extensão rhec\_goohmf e uma vez delimitada a microbacia, a figura foi exportada para o software AUTOCAD 2007

<sup>3</sup>No Brasil a metodologia tem sido aplicada satisfatoriamente em diversas regiões.

<sup>4</sup> Sendo tais diagnósticos desenvolvidos por sua vez tanto a partir, de informações de mapas georreferenciados (mapas de capacidade e uso atual do solo, para o diagnóstico físico-conservacionista) quanto de, informações coletadas pela aplicação de questionários em campo (que por sua vez compõe um tipo de matriz de interação para o diagnóstico socioeconômico e ambiental).

<sup>5</sup>No software AUTOCAD 2007, uma vez já, delimitada a microbacia, a mesma foi dividida em 5 regiões, tendo como base a rede de drenagem e a topografia oriundas da carta planialtimétrica cerro corá, folha: SB. 24 - Z- B - III, escala 1:100.000, do programa pro-água semi-árido da secretaria de recursos hídricos do estado do Rio Grande do Norte, Brasil, 2003. [CD]. Após a divisão a imagem foi exportada para o software COREL DRAW X3 para detalhamento final da composição do mapa de compartimento da microbacia, definindo assim as minibacias.



(denominados de minibacias<sup>6</sup>, conforme tabela 1 (b) acima), observando-se para este procedimento, a rede hidrográfica e o relevo local.

### 3.1 **Diagnóstico Físico-Conservacionista**

O diagnóstico físico-conservacionista visa identificar a deterioração nessa vertente, através da comparação entre o mapa atual de uso da terra e o mapa de capacidade de uso do solo. Se a utilização atual não estiver alinhada com os critérios estabelecidos para a capacidade do solo, isso indica deterioração. A avaliação considera a área em conflito em relação à área total da subdivisão (minibacia), e a deterioração físico-conservacionista da microbacia é calculada pela média aritmética das deteriorações em cada compartimento (minibacias).

### 3.2 **Diagnóstico socioeconômico**

O diagnóstico socioeconômico, concebido por [16], concentra-se no produtor rural e visa analisar a situação social, econômica, tecnológica e socioeconômica das famílias rurais em cada compartimento (minibacia). Inicialmente, é realizado um levantamento por meio da aplicação de questionários contendo 88 indicadores, abrangendo informações gerais, econômicas e sociais, com o objetivo de caracterizar a localidade de acordo com seus sistemas de produção, uso da terra e nível de capitalização. Em seguida, a partir de uma adaptação da matriz de Leopold, são atribuídos pesos às respostas do questionário, variando de 1 a 12, sendo que quanto maior o peso, maior a deterioração. Por fim, é aplicada uma equação da reta para determinar o grau de deterioração socioeconômica.

### 3.3 **Diagnóstico ambiental**

O diagnóstico ambiental visa identificar e analisar os diversos elementos de poluição direta nas microbacias, com o objetivo de avaliar o nível de deterioração de

---

<sup>6</sup> [16] não apresenta medidas rígidas para o dimensionamento da subdivisão, entretanto, sugere que as dimensões sejam semelhantes.





cada unidade. Similar ao diagnóstico socioeconômico, o processo inicia-se com a aplicação de um questionário contendo 21 indicadores. Posteriormente, com base no estudo da matriz adaptada de Leopold, são atribuídos pesos de 1 ou 2 às atividades relacionadas ao fator ambiental, conforme detalhado na Tabela 4. Por fim, é aplicada uma equação da reta para determinar a deterioração ambiental.

### 3.4 Amostragem estatística para aplicação de questionários socioeconômicos e ambientais

A fórmula (a seguir) para definição do número de residências a serem visitadas para aplicação dos questionários, em cada minibacia da microbacia hidrográfica é apresentada por [16].

$$n = \frac{3,841 \times N \times 0,25}{[(0,1)^2 \times (N - 1) + 3,841 \times 0,25]} \quad (01)^7$$

### 3.5 Análise quantitativa da deterioração ambiental

Após obter os valores dos diagnósticos físico-conservacionista, ambiental e socioeconômico, é calculada a média desses três diagnósticos para determinar a deterioração ambiental. Para interpretar esses valores, [17] estabelecem que uma deterioração de até 10% é considerada aceitável. Acima desse limite, são necessárias medidas de mitigação, enquanto abaixo dele, não é necessário tomar tais medidas.

## 4. Desenvolvimento e discussão

A deterioração da ambiência é encontrada, a partir da média aritmética das três degradações. A seguir o cálculo das deteriorações da ambiência por mini-bacia hidrográfica.

<sup>7</sup>Sendo: n = número de visitas a serem feitas pelos pesquisadores; 3,841 = valor tabelado proveniente do Qui-Quadrado; 0,25 = variância máxima para um desvio padrão 0,5; 0,1 = erro (10%) escolhido pelo pesquisador; N = número total de residências no compartimento avaliado.

**Tabela 2.** Cálculo final por mini-bacia hidrográfica

Minibacia hidrográfica	Físico-conservacionista (%)	Socioeconômico (%)	Ambiental (%)	Valor final (%)
1	5,62	39,52	36,84	27,33
2	0,63	39,86	42,11	27,53
3	0,14	40,55	26,32	22,33
4	0,12	53,26	21,05	24,81
5	0,55	38,14	26,32	21,67

## 5. Considerações finais

A deterioração média final das bacias revelou-se relativamente baixa em comparação com o estudo de [14], que registrou 34,4%. No entanto, ainda superou o ideal de 10%. Esse resultado favorável em termos de deterioração deve-se principalmente ao baixo valor obtido no diagnóstico físico-conservacionista, que ficou abaixo de 2%. Este valor calculado contrasta com outros estudos, como o de [7], que calculou apenas a média final, sem indicar os valores por minibacia. Essa omissão dificulta a identificação da minibacia mais degradada para intervenção, caso a gestão opte por uma abordagem de bacias. Aqui, todos os resultados estão disponíveis, permitindo identificar a minibacia mais degradada, que no presente caso foi a 2, com uma taxa de degradação próxima a 30%, considerada bastante elevada e se aproximando do valor encontrado por [14], o que confirma, em certa medida, a degradação do semiárido brasileiro.

## 6. Declaração de direitos

O(s)/A(s) autor(s)/autora(s) declara(m) ser detentores dos direitos autorais da presente obra, que o artigo não foi publicado anteriormente e que não está sendo considerado por outra(o) Revista/Journal. Declara(m) que as imagens e textos publicados são de responsabilidade do(s) autor(s), e não possuem direitos autorais reservados a terceiros. Textos e/ou imagens de terceiros são devidamente citados ou devidamente autorizados com concessão de direitos para publicação quando necessário. Declara(m) respeitar os direitos de terceiros e de Instituições públicas e privadas. Declara(m) não cometer plágio ou auto plágio e não ter considerado/gerado conteúdos falsos e que a obra é original e de responsabilidade dos autores.



## 7. Referências

1. ASSAD, E. D.; SANO, E. E. Sistema de Informação Geográfica. Aplicações na Agricultura. Brasília: EMBRAPA-SPI / EMBRAPA – CPAC, 1998.
2. BARACUHY, J. G. de V.; et. al. Técnicas agrícolas para contenção de solo e água. Campina Grande: FUNASA, 2007. 43p. Folheto e DVD
3. BARACUHY, J.G.V. Manejo integrado de microbacias no semi-árido nordestino: estudo de um caso. Campina Grande: UFPB, 2001. 221p. Tese Doutorado.
4. CANTER, L. W. Manual de evaluación de impacto ambiental: Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto, Madrid: McGraw-Hill, 1998.
5. CIRILO, José Almir. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. Estud. av., São Paulo, v. 22, n. 63, 2008. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142008000200005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200005&lng=en&nrm=iso)>. access on 08 Oct. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200005>.
6. CONVENÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS DE COMBATE À DESERTIFICAÇÃO – UNCCD – 3ª Edição. Brasília: Ministério do Meio Ambiente – MMA, s/d
7. COSTA E SILVA, D.D. Ambiente e Hidrologia. Editora CRV: Curitiba, 2019.
8. DARGHOUTH, Salah et al. Water Sector Board Discussion Watershed Management Approaches, Policies, and Operations: Lessons for Scaling Up The World Bank. Washington: Paper Series, 2008.
9. DEBARRY, Paul A.. Watershed: Processes, Assessment and Management. New Jersey: Jonh Wiley & Sons, 2004.
10. DOUROJEANNI, A.; JOURAVLEV, A. Crisis de gobernabilidad en la gestión del agua: Desafíos que enfrenta la implementación de las recomendaciones contenidas en el capítulo 18 del Programa 21, Comisión Económica para



- América Latina y el Caribe (CEPAL), Serie Recursos Naturales e Infraestructura, Santiago n. 35, 2001 Available from <<http://www.eclac.cl/publicaciones/SecretariaEjecutiva/0/LCL1660PE/lcl1660PE.pdf>>. acesss on 22 setembro 2011.
11. EASTMAN , J. Ronald. IDRISI Kilimanjaro Guide to GIS and Image Processing. Worchester :Clark Labs Clark University, 2003.
  12. LACERDA, Aleksandra Vieira. A Semi-aridez e a gestão de bacias hidrográficas: Visões e trilhas de um divisor de idéias. João Pessoa: Editora Universitária Ufpb, 2003.
  13. LANNA. A. E.; CAPENA, E. M. O Gerenciamento de bacias hidrográficas e o desenvolvimento sustentável: Uma abordagem integrada. Porto Alegre: Ensaios FEE (15)1: 269-282.1994.
  14. MENDONÇA, Izaque Francisco Candeia De. Adequação do uso agrícola e estimativa da degradação ambiental das terras da Micro-bacia hidrográfica do Riacho Uma, Sapé – PB. 2005. 158 f. Tese (Doutorado) – Dep.de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 28/02/2005.
  15. RIBEIRO, Helena. Estudo de Impacto Ambiental como instrumento de Planejamento. In: PHILIPPI JUNIOR, Arlindo; ROMERO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet (editores.). Curso de Gestão Ambiental. Barueri: Manole, 2004. p. 759-790.
  16. ROCHA, J. S. M. da. Manual de projetos ambientais, , Santa Maria: Imprensa Universitária, 1997.
  17. ROCHA, J. S. M.; KURTZ, S. M. J. M. Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas, Santa Maria: Edições UFSM CCR/UFSM, 2007.
  18. SANTANA, D. P., Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003.



19. SILVA, D. D. C. Aplicação e análise de metodologia de deterioração ambiental em Microbacia do Seridó Potiguar. Natal: UFRN, 2010. 185 p. Dissertação de Mestrado.
20. SILVEIRA, Vicente Fernando. Geoprocessamento como Instrumento de Gestão Ambiental. In: PHILIPPI JUNIOR, Arlindo; ROMERO, Marcelo de Andrade; BRUNA, Gilda Collet (editores). Curso de Gestão Ambiental. Barueri: Manole, 2004. p. 945-968.
21. TORRES, J. L. R. Avaliação da deterioração socioeconômica e ambiental da microbacia do córrego Saudade, afluente do rio Uberaba. Revista Brasileira de Agroecologia. 4(3): 57-66, 2009.
22. TUCCI, Carlos E. M. Gestão da água no Brasil. Brasília: UNESCO, 2001.156p.
23. TUNDISI, J. G. Água no século XXI: enfrentando a escassez. São Carlos: RiMa, 2003, 248p.