



XII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

USO DE MATRIZ CAUSAL NA ANÁLISE AMBIENTAL E DE GESTÃO EM ÁREAS DE NASCENTES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRAMAME/PB/BRASIL

SOARES, G. C. S.¹; GADELHA, C. L. M.²; FILGUEIRA, H. J. A.³. SILVA, E. S.⁴.

RESUMO – A bacia hidrográfica do rio Gramame, que abastece 70% da população da área metropolitana da cidade de João Pessoa, e várias comunidades ribeirinhas, tem um número significativo de nascentes localizadas no município de Pedras de Fogo. Este trabalho apresenta um estudo realizado na área do em torno de duas dessas nascentes, sendo uma periurbana (Cacimba da Rosa) e outra rural (Nova Aurora), face aos problemas ambientais e de gestão que lá ocorrem. A metodologia do estudo foi baseada na aplicação da matriz de cadeia causal, como etapa que sucedeu ao diagnóstico socioeconômico e ambiental das áreas em torno das nascentes. Para tanto, foram identificados e classificados, os problemas ambientais e de gestão das águas das nascentes, tendo sido destacado, os conflitos pelo uso da água. Esses problemas foram analisados segundo as causas técnicas, gerenciais, político-sociais e econômico-culturais, construindo-se a matriz de cadeia causal. Essa matriz revelou que os conflitos pelo uso da água, se apresentam como problema de prioridade 1 e com tendência crescente, nas duas nascentes em estudo. Também mostrou ser uma ferramenta útil à formulação e execução de políticas públicas de conservação dos recursos naturais.

ABSTRACT– The Gramame river basin, which supply 70% of the population of metropolitan area of the João Pessoa city, and several riverside communities, it has a significant number of springs located in the Pedras de Fogo town. This paper presents the results of a study conducted around of two these springs: one located in the peri-urban area, Cacimba da Rosa; and, another located in the rural area, Nova Aurora; addressing the environmental and management problems that occur there. The methodology of the study was based on the application of the causal chain matrix as a step succeeding the socio-economic and environmental assessment of the areas around the springs. To do so, the environmental and water management problems of the springs were identified and classified, which we highlight the conflicts by the use of water. These problems were analyzed

1) Bolsista do PPGECAM, UFPB/CT. Rua Esmeraldo Gomes Vieira, 174, Apto. 301, 58051-650, João Pessoa, PB. E-mail: gaby.ecologia@gmail.com;

2) Professora Associada da UFPB/CT/DECA, Cidade Universitária, S/N, 58051-900, João Pessoa, PB. E-mail: carmemgadelha@yahoo.com.br;

3) Professor Associado da UFPB/CT/DECA, Cidade Universitária, S/N, 58051-900, João Pessoa, PB. E-mail: hfilgueira@gmail.com;

4) Técnico em Saneamento da UFPB/CT/DECA, Cidade Universitária, S/N, 58051-900, João Pessoa, PB. E-mail: elson saneamento33@gmail.com.

according to the technical, managerial, political social and cultural economic causes constructing the causal chain matrix. This matrix has revealed that conflicts over water use are presented as priority problem, and with increasing tendency in the two springs studied. It has also proved to be a useful tool for the formulation and implementation of public policies for the conservation of natural resources.

Palavras-Chave – Análise Ambiental; Matriz de Cadeia Causal; Nascentes.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Gramame é de fundamental importância para o abastecimento de água de 70% da população da Grande João Pessoa/Paraíba e de várias comunidades ribeirinhas. No seu alto curso, essa bacia hidrográfica possui um número significativo de nascentes localizadas no município de Pedras de Fogo, mas apresenta uma série de conflitos que envolvem a disponibilidade e a qualidade da água para usos múltiplos. Além disso, a região dessa bacia hidrográfica vem sendo foco de sérios problemas ambientais, como o desmatamento da floresta nativa nas margens de rios e do entorno das nascentes para a exploração agrícola, principalmente, a cultura da cana-de-açúcar, em larga escala, e pequenas lavouras como batata doce, mandioca, inhame e abacaxi, entre outras Costa (2011). Segundo Gadelha *et al.* (2001), esta bacia hidrográfica possui uma base essencialmente rural onde as atividades de irrigação têm se destacado para racionalizar e intensificar sua produção agrícola. Por esse motivo tem ocasionado um elevado consumo de fertilizantes e agrotóxicos (inseticidas, fungicidas e herbicidas), em grandes áreas, inclusive a montante do ponto de captação de água para o sistema de abastecimento da Grande João Pessoa, comprometendo sua qualidade.

Nesse contexto, para gerir os recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Gramame e garantir o suprimento de água em qualidade e quantidade adequada, para seus múltiplos usos, são de extrema importância o monitoramento e o acompanhamento de ações de preservação das áreas de afloramentos do lençol freático, também chamadas de nascentes. Estas são ambientes fundamentais para a manutenção do equilíbrio hidrológico e ambiental das bacias hidrográficas Felipe e Magalhães-Júnior (2009).

O objetivo deste trabalho foi o de analisar o processo de degradação e de gestão das áreas circunvizinhas às nascentes Cacimba da Rosa e Nova Aurora, na bacia hidrográfica do rio Gramame, no município de Pedras de Fogo/PB, utilizando como ferramenta a matriz de cadeia causal, suporte técnico aos tomadores de decisão no que concerne à formulação e execução de políticas públicas de conservação das nascentes.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se na bacia hidrográfica do rio Gramame, entre as latitudes 9.204.728m e 9.210.728m N e as longitudes 280.619m e 290.619m E (em coordenadas UTM, SAD 69, Zona 25, Hemisfério Sul), na zona rural do município de Pedras de Fogo, região do Litoral Sul do Estado da Paraíba (Figuras 1).

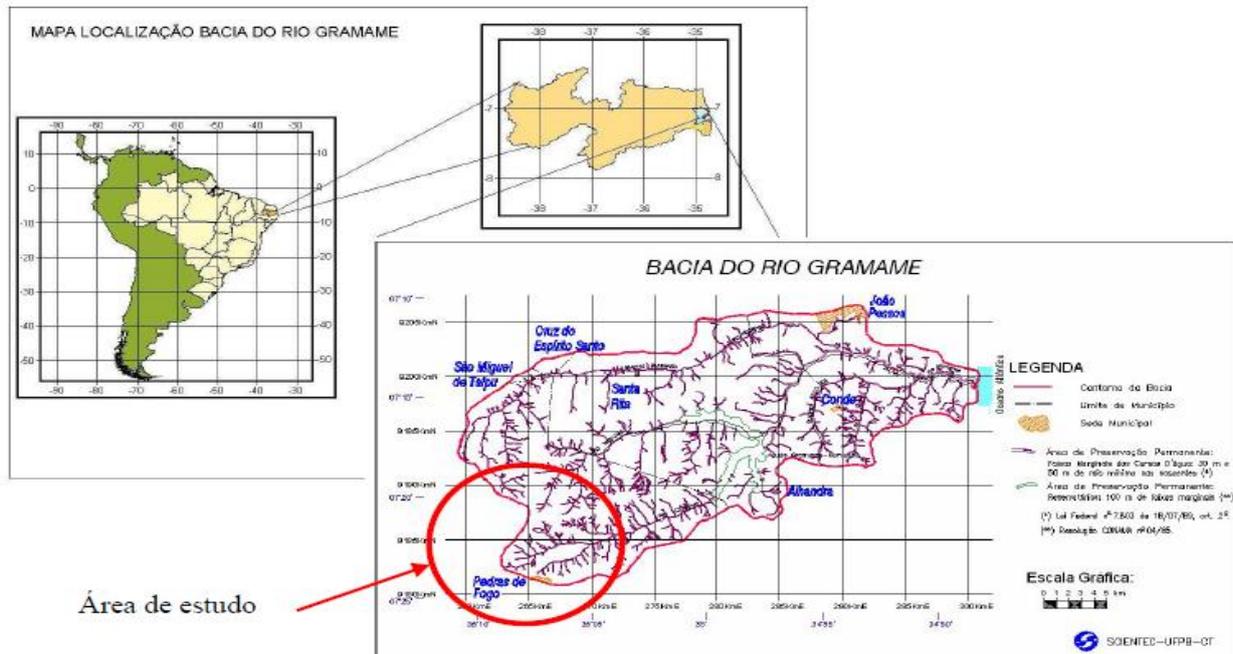


Figura 1 – Localização geográfica da área de estudo na bacia hidrográfica do rio Gramame, Paraíba Filgueira *et al.* (2010).

Nessa região nascem os três principais rios que compõem a bacia hidrográfica do rio Gramame, a qual abastece cerca de 70% da população da grande João Pessoa, capital do estado da Paraíba: os rios Gramame (rio principal), Mamuaba e Mumbaba.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram selecionadas duas nascentes, dentre as 71 nascentes catalogadas na bacia hidrográfica do rio Gramame por Di Lorenzo (2007), a periurbana, de característica pontual, de nome Cacimba da Rosa (9.181.542m N e 265.632m E) e a de característica difusa de nome Nova Aurora (9.182.495m N e 263.233m E), que está localizada no assentamento agrícola de mesmo, promovido pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA); ambas na sub-bacia hidrográfica do rio Gramame. Estas nascentes foram selecionadas por serem representativas para as comunidades locais, pois, estão localizadas próximas de comunidades rurais de exploração agrícola familiar e de fácil acesso.

METODOLOGIA

Utilizou-se, como ferramenta para análise dos problemas ambientais e de gestão que ocorrem nas áreas das nascentes, a matriz de cadeia causal (causal chain analysis), desenvolvida por GIWA (2002), como etapa que sucedeu a elaboração do diagnóstico socioeconômico e ambiental realizado por Bomfim (2013) na área de estudo. Esta tem sido aplicada em pesquisas no Brasil por Marques (2002), Silans *et al.* (2007) e Silva-Júnior *et al.* (2009).

A metodologia de construção da matriz de cadeia causal consistiu de:

1. Identificação e classificação, segundo a ordem de importância, os problemas/temas com relação à degradação e a gestão das águas das nascentes.

Esses problemas/temas foram analisados segundo as causas técnicas, gerenciais, político-sociais e econômico-sociais. Em cada uma dessas causas foram identificadas tendências do problema, isto é, se tendem a aumentar (↑), a permanecer com a mesma gravidade (→), ou a diminuir (↓), assim como, a ordem de prioridade (mais importante, secundária e menos importante).

i. *Causas técnicas* – São aquelas cuja minimização dos efeitos necessita de soluções técnicas. Muitas vezes as soluções técnicas são inviáveis ou não foram adotadas por falta de ações gerenciais, ou de políticas públicas, ou regulamentações, ou mesmo da falta de condições econômicas e/ou culturais.

ii. *Causas gerenciais* – São as que, quando minimizadas, permitem uma melhor organização das ações programadas e uma melhor operação do sistema, facilitando, em todos os casos, as tomadas de decisões.

iii. *Causas político-sociais* – São aquelas que se manifestam por meio de um desequilíbrio ou um desordenamento de questões sociais ou políticas. São geralmente minimizadas com a implantação de políticas públicas, redefinições de arranjos institucionais e legais e de regulamentações.

iv. *Causas econômico-culturais* – São as estabelecidas e bastante sedimentadas por motivos de ordem cultural ou econômico.

2. Construção da matriz de cadeia causal.

As causas dos problemas críticos, definidas segundo sua tipologia, foram organizadas seguindo um determinado encadeamento, culminando com as diretrizes e recomendações de ações para eliminar ou minimizar o problema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os problemas críticos de maior relevância na região de influência direta das nascentes Cacimba da Rosa e Nova Aurora, bem como, sua ordem de prioridade e tendência estão listados na Tabela 1. Pode-se observar que esses problemas são: os conflitos pelo uso da água; o nível

socioeconômico e as fontes de poluição. Esses problemas foram eleitos a partir de caminhadas exploratórias e registros fotográficos, para o reconhecimento das áreas das nascentes, e após a análise do diagnóstico socioeconômico e ambiental realizado por Bomfim (2013). Apresenta-se, nesse trabalho, a cadeia causal construída para o problema/tema: os conflitos pelo uso da água.

Tabela 1 - Identificação dos problemas críticos na área em torno das nascentes.

Problema Crítico	Prioridade	Tendência
Conflitos pelo uso da água	1	↑
Nível socioeconômico	2	→
Fontes de poluição	3	↑

Prioridades: menor número significa maior prioridade

Tendências: ↑ = aumentar; → = estável; e ↓ = diminuir

Conflitos de Uso da Água

Segundo a Tabela 1, os conflitos pelo uso da água, se apresenta como problema de prioridade 1 e com tendência crescente, nas duas nascentes em estudo. Esses conflitos ocorrem tanto em termos quantitativo (que se dá entre a oferta e a demanda da água), como qualitativo (que afetam o equilíbrio na utilização múltipla da água das nascentes, pois, algumas atividades podem causar modificações nas suas características, em prejuízo de outras). Como causas técnicas para esses conflitos foram identificadas a degradação em torno das nascentes; a qualidade da água; a incerteza sobre o volume ofertado de água; a variação climática; a falta de conhecimento sistemático das demandas atuais e futuras; e o múltiplo uso da água.

Essas causas técnicas não são independentes entre si, elas estão associadas às gerenciais: falta de aplicação de zoneamento do uso e ocupação do solo; monitoramento quali-quantitativo da água inexistente; falta de uma associação dos usuários de água; falta de controle dos usos da água; quem manda nas nascentes?; e a falta de fiscalização dos usuários da água.

As causas político-sociais e econômico-culturais associadas direta ou indiretamente ao problema dos conflitos pelo uso da água também foram destacadas. A Figura 2 mostra a matriz de cadeia causal construída para o problema sobre os conflitos pelo uso da água das nascentes. Às prioridades foram atribuídas notas entre 1 e 3, sendo que 1 corresponde a de maior prioridade e 3, a de menor prioridade. As tendências de evolução dos problemas e das causas, nesta matriz, foram representadas sob a forma de cor. A cor vermelha foi atribuída quando o problema ou a causa não deve evoluir naturalmente no tempo, no sentido de piorar ou melhorar, e a cor verde quando o problema ou a causa tende a diminuir naturalmente.

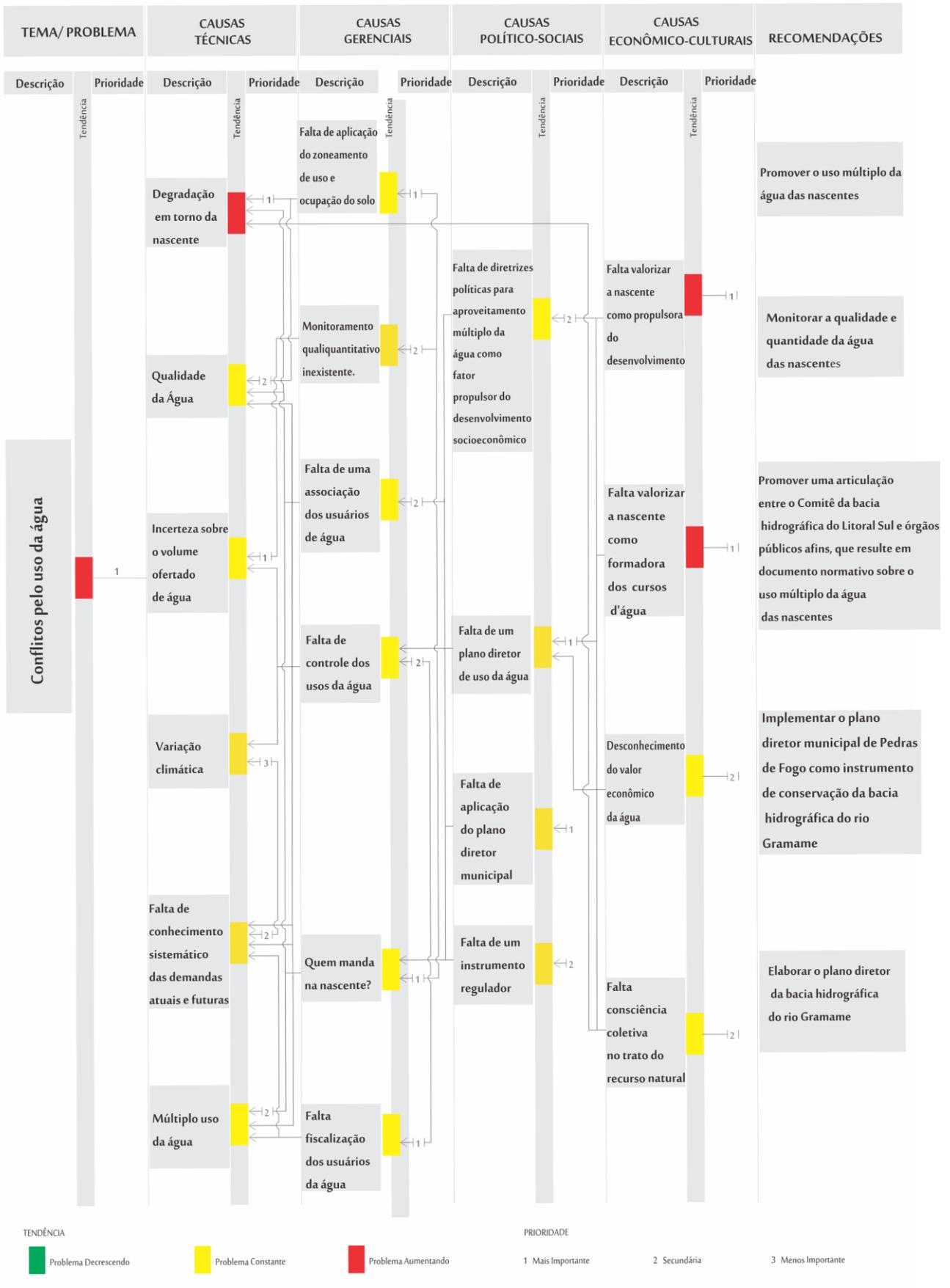


Figura 2 – Matriz de cadeia causal - conflitos pelo uso da água nas áreas em torno das nascentes Cacimba da Rosa e Nova Aurora.

CONCLUSÕES

A análise da matriz permitiu identificar os principais problemas, construir as relações casuais e elencar as diretrizes para estabelecer a viabilidade ambiental das nascentes Nova Aurora e Cacimba da Rosa, enquanto formadoras dos cursos d'água. Além disso, pode ser ferramenta útil, no apoio aos tomadores de decisão, no que concerne à formulação e execução de políticas públicas de conservação dos recursos naturais.

O problema apontado de maior destaque, os "conflitos de uso da água", é também o problema com maior probabilidade de extensão. Este requer, pois, um tratamento preferencial para viabilizar o uso ambiental das nascentes Cacimba da Rosa e Nova Aurora. A matriz de cadeia causal desse problema, mostra que existiu um encadeamento das causas, tendo como origem, questões relacionadas a hábitos culturais e baixo nível socioeconômico. São essas, obviamente, questões que merecem por parte dos governos e da sociedade uma abordagem contínua e eficaz, de relevância absolutamente prioritária, mas que, no entanto, não permitem contribuir a resolução do conflito com a necessária urgência.

Recomenda-se:

1-Promover o uso múltiplo da água das nascentes;

2-Monitorar a qualidade e quantidade da água das nascentes;

3- Promover uma articulação entre o Comitê das bacias hidrográficas do Litoral Sul do estado da Paraíba e órgãos públicos afins, que resulte em um documento normativo, incentivando os usos múltiplos das águas de forma controlada e legalizada, baseando-se nas seguintes informações técnicas:

3.1- É imprescindível a recuperação de matas ciliares e a preservação de uma área de preservação permanente no em torno da nascente Cacimba da Rosa, de no mínimo um raio de 50 (cinquenta) metros, e para a nascente difusa de Nova Aurora, o cercamento do seu entorno, isso segundo o novo Código Florestal (Lei nº 12.727, de 2012). Essa recuperação poderia ser feita de forma consensual, responsável e normatizada, com vegetação nativa.

4- Implementar o plano diretor participativo municipal de Pedras de Fogo, instituído pela Lei complementar nº 023/2006 de 2006, como instrumento de conservação da bacia hidrográfica do rio Gramame. Pode-se destacar o seu capítulo IV, Art. 36º, inciso I, que especifica "*com referência ao desenvolvimento, proteção e recuperação dos patrimônios ambiental, paisagístico e cultural, as diretrizes seguintes: I - a proteção do patrimônio ambiental e da qualidade de vida da população*

através: a) da conservação da cobertura vegetal; b) do controle das atividades poluidoras; c) da promoção de uma racional utilização dos recursos naturais; d) da preservação e recuperação dos ecossistemas essenciais; e) **da proteção dos recursos hídricos**".

5- Elaborar o plano diretor de uso da água da bacia hidrográfica do rio Gramame.

Por fim, ressalta-se, que no que tange aos aspectos sociais, econômicos ou culturais, ou mesmo o ambiental, existe uma infinidade de ferramentas de apoio utilizados para os mais diversos fins. Resta ao gestor, a escolha criteriosa daquelas que melhor representem as peculiaridades da área objeto de estudo.

BIBLIOGRAFIA

BOMFIM, E. O. (2013). "*Sustentabilidade hidroambiental de áreas de captações de nascentes na bacia hidrográfica do rio Gramame/PB*". Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 40 p.

COSTA, F. F. (2011). "*Avaliação ambiental em áreas de nascentes na bacia hidrográfica do alto rio Gramame - PB*", Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 16 p.

DI LORENZO, I. D. N. (2007) "*Reflorestamento das áreas de nascentes do município de Pedras de Fogo, Pedras de Fogo, PB*": EMATER/PB, 14 p.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES-JUNIOR, A. P. (2009) "*Consequências da Ocupação Urbana Na Dinâmica das Nascentes em Belo Horizonte-MG. Eixo Temático 03: Mobilidade territorial, espaço e ambiente: urbanização, metropolização e interiorização - características e impactos ambientais. Belo Horizonte-MG*", pp. 1-19.

FILGUEIRA, H. J. A.; SILVA, T. C. da; LIMEIRA, M. C. M.; SILVA, M. R. M.; SILVA, A. L. (2010) "*Usos e usuários de água de nascentes do alto curso da bacia hidrográfica do rio Gramame, Paraíba*". In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 10. 16 a 19 de novembro de 2010, Fortaleza, CE. Anais... Fortaleza, CE: ABRH,(CD-ROM), 10 p.

GADELHA, C. L. M.; FILGUEIRA, H. J. A.; CAMPOS, L. F.; QUININO, U. C. M. (2001). "*O Uso de Agrotóxicos nas Áreas Irrigadas da Bacia do Rio Gramame no Estado da Paraíba*" in Anais do 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, João Pessoa, Jul, 2001,pp 1-6.

MARQUES, M. (2002) "*Análise da Cadeia Causal da Degradação dos Recursos Hídricos: Proposta de Modelo Conceitual do Projeto GIWA UNEP/GEF*". In: 2º Simpósio De Recursos Hídricos Do Centro Oeste, Campo Grande-MS. Anais...CD ROM, pp.1-16.

SILANS, A. M. B. P.; SILVA JÚNIOR, W. R.; GADELHA, C. L. M.; FILGUEIRA, H. J. A.; GOMES, A. M. (2007) "*Integrated water management for the Epitácio Pessoa Reservoir in the semi-arid region of Brazil*". I AHS-AISH Publication.317, pp.173-178.

SILVA-JÚNIOR W. R.; GADELHA, C. L. M.; SILANS, A. M. B. P.; FILGUEIRA, H. J. A. (2009) *"Aplicação da Matriz de Cadeia Causal na Análise Ambiental de Açude Público Localizado em Região do Semiárido Nordestino"* in Anais 25º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Recife, Set. 2009, pp.1-10.