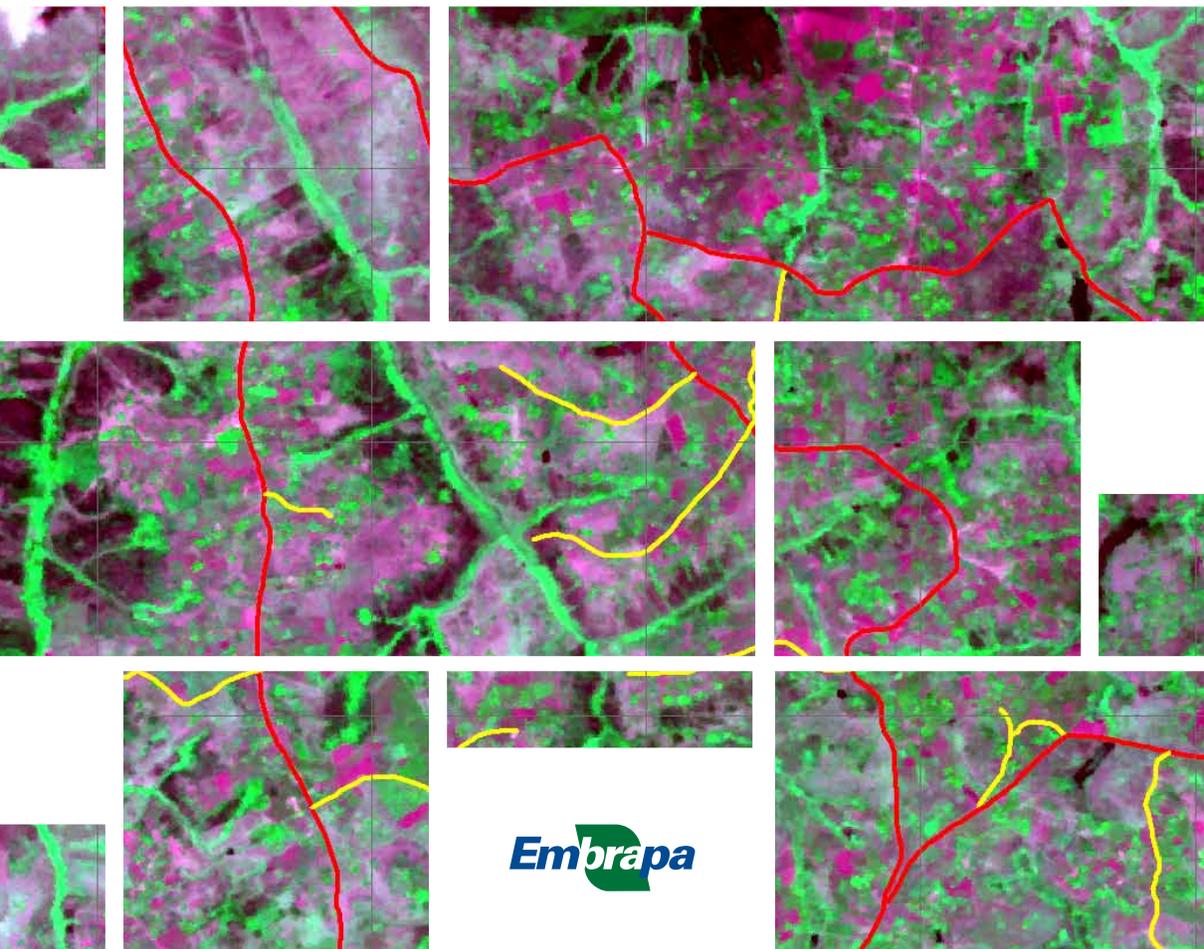


Mapeamento e análise ambiental de nascentes e cursos d'água da sub-bacia hidrográfica do Tuá, Cruz das Almas, Bahia

Um estudo de caso



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Mandioca e Fruticultura
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 229

Mapeamento e análise ambiental de nascentes e cursos d'água da sub-bacia hidrográfica do Tuá, Cruz das Almas, Bahia

Um estudo de caso

Bruno Guimarães Ubiali
Marcelo Ribeiro Romano
Romulo da Silva Carvalho
Jose Eduardo Borges de Carvalho
(Autores)

Embrapa Mandioca e Fruticultura
Cruz das Almas, BA
2019

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Mandioca e Fruticultura
Rua Embrapa, s/nº, Caixa Postal 07
44380-000, Cruz das Almas, Bahia
Fone: 75 3312-8048
Fax: 75 3312-8097
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Francisco Ferraz Laranjeira

Secretário-Executivo
Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro

Membros
Aldo Vilar Trindade, Ana Lúcia Borges, Eliseth de Souza Viana, Fabiana Fumi Cerqueira Sasaki, Harllen Sandro Alves Silva, Leandro de Souza Rocha, Marcela Silva Nascimento, Marcio Carvalho Marques Porto

Supervisão editorial
Francisco Ferraz Laranjeira

Revisão de texto
Adriana Villar Tullio Marinho

Normalização bibliográfica
Lucidalva Ribeiro Gonçalves Pinheiro

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa
Imagem RapidEye. Adaptado por Bruno G. Ubiali

Editoração eletrônica
Anapaula Rosário Lopes

1ª edição
On-line (2019).

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Mandioca e Fruticultura

Mapeamento e análise ambiental de nascentes e cursos d'água da sub-bacia hidrográfica do Tuá, Cruz das Almas, Bahia: um estudo de caso / Bruno Guimarães Ubiali.... [et. al.]. – Cruz das Almas, BA : Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2019.

40 p. il. ; 21 cm. - (Documentos/ Embrapa Mandioca e Fruticultura, 229).

ISSN 1809-4996, 38.

1. Água. 2. Meio ambiente 3. Tecnologia. I. Ubiali, Bruno Guimarães. II. Romano, Marcelo Ribeiro. III. Carvalho, Romulo da Silva. IV. Carvalho, Jose Eduardo Borges de. V. Título. VI. Série.

CDD 681.111

© Embrapa, 2019

Apresentação

Um dos maiores desafios para a sobrevivência das comunidades rurais tradicionais do Brasil relaciona-se com o acesso à água em quantidade e qualidade para atender necessidades de consumo humano, dessedentação animal e produção agrícola. Cruz das Almas, como a maioria dos municípios da região do Recôncavo da Bahia, desenvolveu-se desde os tempos do Brasil colônia, explorando os abundantes recursos naturais do bioma Mata Atlântica sem planejamento ou preocupação ambiental com as gerações futuras. A situação dos recursos naturais e, em especial, dos recursos hídricos da zona rural, atingiu patamar crítico de conservação, sendo o fato comprovado pelos resultados obtidos no presente estudo, realizado na sub-bacia do Tuá. O trabalho foi motivado a partir de declarações de agricultores familiares durante a aplicação de ferramentas do diagnóstico rural participativo (DRP) nas comunidade rurais beneficiárias do projeto Quintais Agroflorestais (QuintalSAN). Constatou-se que córregos secaram, matas ciliares despereceram, nascentes estão degradadas e represadas e, a água, imprópria para consumo humano. Diante dessa problemática, a Embrapa Mandioca e Fruticultura, que tem como missão gerar tecnologias para a agricultura brasileira, não se exime da responsabilidade socioambiental de seu entorno. Portanto, nesta perspectiva, a publicação desse documento técnico objetiva contribuir, subsidiar e indicar ao poder público municipal, estadual e à sociedade civil organizada do município de Cruz das Almas, um problema ambiental do meio rural relevante, visando à elaboração premente de um plano de recuperação ambiental para a zona rural do município, seguindo recomendações da agenda 21 brasileira para o desenvolvimento sustentável, e cuja decisão política de remediação dos mesmos foge da abrangência de competência da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

Alberto Duarte Vilarinhos

Chefe-geral da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Sumário

Introdução	7
Situação dos recursos hídricos na sub-bacia do Tuá.....	8
Diagnóstico Rural Participativo da sub-bacia do Tuá, Cruz das Almas, BA.....	8
Caracterização da área do estudo	12
Aquisição de imagens de satélites e georreferenciamento	13
Localização das nascentes	15
Classificação das nascentes.....	16
Resultados e discussão.....	17
Análise da água das nascentes da sub-bacia do Tuá, Cruz das Almas, BA	30
Ações iniciais implementadas nas Comunidades de Tuá, Combê e Tintureiro referente à sensibilização dos agricultores sobre a problemática da água e da necessidade de conservação das nascentes na sub-bacia do Tuá.....	37
Considerações finais	39
Referências	40

Introdução

O modelo de produção agrícola convencional focado no uso constante e intenso de recursos naturais tornou os sistemas de produção familiares vulneráveis aos problemas fitossanitários e às perdas de qualidade ambiental. Para reverter essa situação, torna-se necessário gerar, adaptar e compartilhar conhecimentos em bases mais sustentáveis, a fim de tornar os agroecossistemas viáveis do ponto de vista econômico, social e ambiental.

De modo geral, a agricultura convencional, baseada em monocultivos, favorece a simplificação dos agroecossistemas, substituindo a diversidade natural por número reduzido de espécies cultivadas em sucessão e, poucas vezes, consorciadas. Já os sistemas agrícolas de base agroecológica são conservadores de recursos naturais renováveis e econômicos no uso de recursos naturais não renováveis, o que contribui para o balanço energético positivo. No entanto, a eficiência desses sistemas depende diretamente das características das espécies envolvidas, do arranjo das plantas no campo e das práticas culturais de manejo.

A sub-bacia hidrográfica do Tuá está situada ao sul da periferia urbana do município de Cruz das Almas e abrange as comunidades rurais do Tuá, Combê, Tintureiro e Cadete. A estrutura fundiária é caracterizada pela predominância de pequenas propriedades de base familiar e os principais produtos agrícolas produzidos na sub-bacia são mandioca, inhame, banana e citros. A degradação e a crescente escassez de recursos hídricos na sub-bacia tem se tornado evidente, constante e preocupante.

Nas propriedades rurais familiares têm sido observados problemas de preservação das nascentes, matas ciliares e topos de morros. Esses problemas têm reduzido o volume de água nos poços e nas nascentes durante o período do verão. A degradação dos recursos hídricos locais vem sendo observada por meio da constatação da eutrofização das nascentes e da transformação do leito de córregos em várzea ocupada por gramíneas. Observa-se que nascentes e leitos dos canais não são protegidos do acesso de animais, impedindo a regeneração natural de espécies arbóreas nativas, favorecendo o desbarrancamento das margens e a deformação do leito dos canais com consequente contaminação dos recursos hídricos devido à deposição de dejetos na água.

Segundo AB`SABER, (2001), as matas ciliares são formações vegetais associadas às margens de nascentes ou cursos d`água que influenciam processos hidrológicos e funcionam como filtros retendo defensivos agrícolas, poluentes e sedimentos que seriam transportados para rios e córregos, afetando diretamente a quantidade e a qualidade da água e, conseqüentemente, a fauna aquática e a população humana (FERREIRA; DIAS, 2004).

Em sub-bacias, tem sido demonstrado que a presença de vegetação ciliar nas zonas ripárias, que incluem as margens dos riachos e as dos ribeirões, bem como as suas cabeceiras, constitui condição básica, mas não suficiente, para garantir a manutenção da integridade dos processos hidrológicos e ecológicos (ZAKIA, 1998).

No entanto, a degradação ambiental pode comprometer as reservas subterrâneas de água, aumentando ainda mais as dificuldades para a sua obtenção, causadas pela irregularidade da distribuição temporal das chuvas em épocas de baixa pluviosidade. Desse modo, torna-se necessário conhecer, em profundidade, o funcionamento dos ecossistemas e os fatores que atuam sobre eles, a fim de obter referenciais que permitam avaliação da magnitude dos impactos ambientais decorrentes da intervenção antrópica e, a partir disso, traçar estratégias para as suas conservação e recuperação (TONELLO *et al.*, 2009).

É nesse contexto que o presente estudo se insere, tendo como objetivos mapear nascentes e cursos d`água e avaliar o estado de conservação das nascentes da sub-bacia hidrográfica do Tuá, no município de Cruz das Almas-BA. Espera-se ainda que o resultado do estudo possa nortear ações do poder público e estudos conservacionistas para recuperação dos recursos hídricos locais.

Situação dos recursos hídricos na sub-bacia do Tuá

Diagnóstico Rural Participativo da sub-bacia do Tuá, Cruz das Almas, BA

A escassez de água para produção agropecuária e consumo humano na sub-bacia do Tuá foi um dos principais problemas detectados pelo

diagnóstico rural participativo (DRP), realizado com os agricultores familiares das comunidades rurais participantes do projeto “Quintais agroflorestais dinâmicos e agroecológicos para aumento da segurança alimentar e renda de agricultores familiares” (Sigla: QuintalSAN) – Código SEG Embrapa: 06.11.01.007.00.00, iniciado em 01/10/2011 (Figura 1).

Em visitas às propriedades rurais familiares, foram constatados *in loco* pela equipe do projeto a escassez de água nos leitos dos cursos d'água e os indícios de contaminação e eutrofização das águas das nascentes da sub-bacia hidrográfica do Tuá (Figuras 2 e 3). Em períodos de baixa pluviosidade se torna cada vez mais difícil a obtenção de água em quantidade e qualidade. Essa situação tem se agravado a cada ano, sendo percebida pelos agricultores mais antigos, como é o caso do Sr. Manoel Cavalcanti (Sr.Neco) ao informar que, no verão de 2012/2013, foi a primeira vez, após 30 anos de moradia em sua propriedade rural, que ficou sem água até para beber (Figura 3 A e B).



Fotos: Nilton F. Sanches

Figura 1. Diagnóstico rural participativo – DRP. Fotos superiores apresentam momentos do DRP com agricultores familiares em Cruz das Almas. Fotos inferiores mostram agricultores familiares, do município de Cabaceiras do Paraguaçu.

Fotos: Romulo da Silva Carvalho



Figura 2. Situação das nascentes da sub-bacia do Tuá. Comunidade do Tuá, Cruz das Almas-BA, em 04 de maio de 2012.

Durante a realização do DRP, descobriu-se que os agricultores familiares estavam cientes da perda de variedades locais e da relação direta entre o desmatamento e a redução da quantidade e da qualidade da água em suas propriedades rurais. Há, portanto, consciência e interesse dos agricultores em reverter a situação atual de nascentes, matas ciliares dos córregos e rios da sub-bacia hidrográfica do Tuá. Contudo, necessitam de orientação técnica, incentivo e ações diretas e específicas do poder público.



Fotos: Romulo da Silva Carvalho (A a D) e Bruno G. Ubiali (E e F)

Figura 3. Problemas constatados nas comunidades de Tuá, Combê e Tintureiro, sub-bacia do Tuá, Cruz das Almas, BA: Falta de água nos poços durante o verão (A) e (B); Plantio no topo dos morros (área de recarga) (C); Eutrofização das nascentes (D); Leito de córrego transformado em várzea ocupada por gramínea (E); Acesso direto de animais às nascentes, contaminando-as (F).

Diante desse problema, revelado pelo diagnóstico, a equipe do projeto resolveu envidar esforços para a caracterização da situação dos recursos hídricos da sub-bacia do Tuá. Por meio de convênio firmado entre a Embrapa Mandioca e Fruticultura e a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP / Botucatu – SP viabilizou-se um plano de estágio supervisionado para conclusão de curso de graduação em Engenharia Florestal, com tema relacionada ao levantamento dos estados de conservação/degradação dos recursos hídricos da sub-bacia do Tuá. O trabalho inicialmente visou à localização e ao mapeamento das nascentes e dos cursos d’água da sub-bacia e, em seguida, aprofundou-se na caracterização dos principais problemas ambientais relacionados à produção de água de qualidade no local, dando ênfase na avaliação do estado de conservação das nascentes, incluindo o grau de desmatamento da vegetação ciliar, o uso e a cobertura do solo no entorno e a qualidade da água das nascentes. Os dados da pesquisa foram obtidos com auxílio de ferramentas de sensoriamento remoto, visitas a campo e entrevistas com agricultores.

Caracterização da área do estudo

A área de estudo está localizada no município de Cruz das Almas - BA, na unidade geoambiental dos Tabuleiros Costeiros, que são formas topográficas tabulares de origem sedimentar localizadas ao longo da costa brasileira, com média de 200 m de altitude (PEREIRA, 2012).

A sub-bacia hidrográfica do Tuá pertence às bacias hidrográficas conjugadas do Rio Paraguaçu e localiza-se entre as coordenadas geográficas (WGS 1984) 12°41’33” S, 39°04’40” W e 12°43’18” S, 39°04’07” W. Engloba as comunidades rurais do Tuá, Combê, Tintureiro e Cadete, todas pertencentes ao município de Cruz das Almas - BA e ocupadas predominantemente por agricultura familiar. Situa-se a cerca de 5 km da área urbana e está próxima da divisa com os municípios de São Félix/BA a Leste e São Felipe/BA a Sul (IBGE, 2000).

O clima do município, segundo a classificação de Köppen, é uma transição entre as zonas Am e Aw. Cruz das Almas está localizada entre o litoral, com incidência de chuvas acima de 1500 mm/ano, e a caatinga do semiárido, com índices pluviométricos abaixo de 800 mm/ano (SOUZA, 2009). A sua

precipitação média anual é de 1130 mm. Os meses de maior pluviosidade vão de março a agosto, concentrando 60% do volume de água anual. O restante é distribuído nos outros seis meses na forma de chuvas rápidas e intensas. A temperatura média anual é de 23,9 °C (SILVA *et al.*, 2016).

Os solos predominantes no Recôncavo da Bahia são: a) latossolos amarelos nas partes planas, com declives de até 15%; b) argissolos amarelos nas ladeiras com declives de 10% a 40% ou mais; e c) planossolos e gleissolos nos fundos de vales. Os latossolos e os argissolos são caracterizados pela formação de horizontes coesos sub-superficiais, originados em sua gênese (RIBEIRO, 1998).

A vegetação da região é classificada como floresta estacional semidecidual, embora atualmente haja o predomínio de atividades agrícolas e poucos fragmentos de vegetação secundária (IBGE, 2004). Esse subtipo da Mata Atlântica é caracterizado pela sazonalidade climática que determina a perda de folhas de 20% a 50% dos indivíduos arbóreos dominantes, em resposta à deficiência hídrica e/ou à queda de temperatura nos meses mais frios e secos (VELOSO *et al.*, 1991).

Aquisição de imagens de satélites e georreferenciamento

Por meio de parceria com o Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), duas imagens de satélite foram cedidas para o trabalho, sendo uma imagem obtida pelo satélite SPOT, e, a outra, pelo satélite RapidEye. A imagem RapidEye data de 17 de novembro de 2009, possui cinco bandas espectrais (vermelho, verde, azul, *red-edge* e infravermelho próximo), 5 metros de resolução espacial e abrange parte do município de Cruz das Almas - BA.

O georreferenciamento da área foi efetuado com auxílio do programa ArcGIS®10 - ArcMAP™, com o utilização de 18 pontos de controle por meio do aparelho receptor GPS modelo Garmin eTrex Legend® HCx. Realizou-se a correção espacial da imagem no programa com 12 pontos e polinômio de 2ª ordem, sendo que os pontos que apresentaram alto índice de erro foram excluídos. Ao final do processo, obteve-se erro médio quadrático de 1,75 pixel, que corresponde aos padrões aceitáveis.

Para a delimitação da sub-bacia, foi vetorizado o limite por meio da análise visual da imagem RapidEye, observando-se que as estradas principais estão localizadas próximas ao divisor de águas da sub-bacia, o que facilitou sua delimitação (Figura 4). Posteriormente, esse modelo foi comparado com vetorização realizada sobre imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), gerando-se um modelo final através da comparação das duas. As estradas principais e secundárias também foram vetorizadas pela análise da imagem.

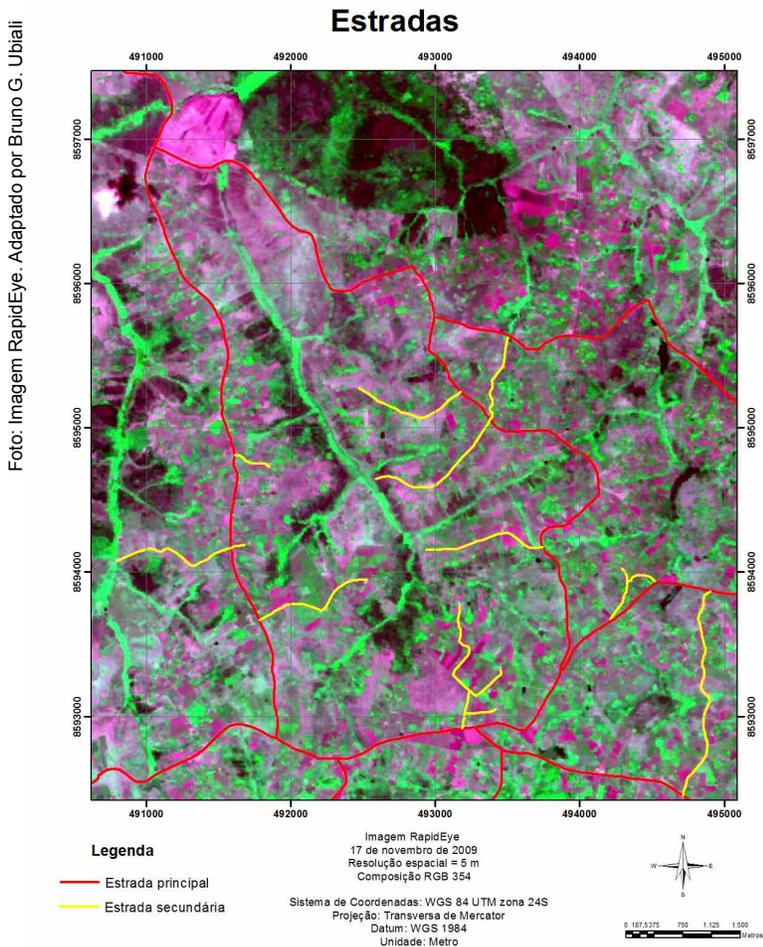


Figura 4. Localização das estradas principais e secundárias na sub-bacia do Tuá, Cruz das Almas, BA.

Localização das nascentes

A localização das nascentes foi feita com base na disposição da rede de drenagem na imagem e com a ajuda de agricultores familiares locais em saídas a campo. O aparelho receptor GPS foi utilizado para georreferenciamento das nascentes (Figura 5). As saídas a campo foram realizadas durante os meses de setembro e outubro de 2012, época em que a precipitação no município reduz significativamente, correspondendo ao período mais seco do ano.

Os proprietários das áreas em que as nascentes se encontram foram procurados para um contato inicial e, em seguida, as nascentes foram localizadas para realização da análise. Praticamente toda a sub-bacia foi percorrida no levantamento de campo, quando foram coletados os pontos com GPS e fotografados os diversos usos do solo encontrados, obtendo-se um panorama geral sobre as práticas culturais e o estado de conservação ambiental da sub-bacia do Tuá.



Foto: Bruno G. Ubiati

Figura 5. Coleta de ponto georreferenciado com aparelho receptor GPS.

Com base nas coordenadas geográficas obtidas com GPS para nascentes e córregos, e, na análise visual, utilizando o programa ArcGIS 10.0, foi gerado um mapa da rede de drenagem contendo as respectivas nascentes (Figura 6). As matas ciliares existentes também foram georreferenciadas e, posteriormente, suas áreas foram delimitadas no *software* utilizado. A partir desses dados, gerou-se o cenário de recuperação das APP's da sub-bacia.

Para efeito de análise, utilizou-se a delimitação das faixas marginais de cursos de água, perenes ou intermitentes, e as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, conforme as APP's previstas no art. 4º, da Seção I – Da Delimitação das Áreas de Preservação Permanente, do Capítulo II da Lei n. 12.651/2012, conforme já mencionado inicialmente. A despeito da obrigatoriedade da recomposição das APP's, conforme estabelecido pela Lei n. 12.651/2012, desconsiderou-se a eventual caracterização da região do presente estudo como “áreas consolidadas até julho de 2008”, por isso representar um nível muito refinado de detalhamento da conformidade ambiental para efeitos da recomposição das APP's locais, uma vez que diversas variáveis deveriam ser adicionalmente consideradas como, por exemplo, a área dos imóveis em módulos fiscais, dificultando, assim, o planejamento no âmbito de sub-bacia.

Além do detalhamento das condições para a recomposição ambiental das áreas de preservação permanente, a análise das APP's existentes no presente caso seriam mais complexas ainda, tendo em vista a necessidade de se considerar o disposto no *caput* e nos incisos I e II, do art. 61-B, da Lei n. 12.651/2012.

Classificação das nascentes

As nascentes foram classificadas segundo a metodologia proposta por Pinto *et al.* (2004):

- **Degradada:** pouco vegetada, presença de gado, solo compactado, altamente impactada pela presença de gado e com erosões ou voçorocas ao redor;
- **Perturbada:** possui menos de 50 metros de vegetação nativa ao redor, mas em bom estado de conservação;
- **Conservada:** possui 50 metros ou mais de vegetação nativa ao redor, em bom estado de conservação.

Foram avaliados em campo outros parâmetros associados às nascentes e feitas observações sobre o seu estado de conservação e os impactos detectados (adaptado de GOMES *et al.*, 2005):

- **Uso por animais:** presença / não detectado;
- **Uso por humanos:** presença / não detectado;
- **Uso da terra no entorno:** solo exposto / pastagem / agricultura (qual cultura) / vegetação nativa;
- **Fluxo de água a jusante:** canal está seco / possui água parada / possui fluxo visível de água;
- **Proteção:** não possui cerca / possui ao redor do minadouro / possui ao redor da mata ciliar.
- **Observações:** referentes à mata ciliar, ao entorno, à água, ao córrego formado, à topografia e aos impactos no ambiente.

Para servir de base para futuro projeto de recuperação, realizou-se identificação botânica dos indivíduos arbóreos localizados próximos às nascentes e elaborou-se lista de espécies nativas e exóticas presentes na sub-bacia do Tuá.

Resultados e discussão

A sub-bacia do Tuá possui área correspondente a 727,51 ha e perímetro de 12.518 m. Sua rede de drenagem é de 4ª ordem, sendo que o córrego principal possui 5.020 m de extensão e todos os córregos somados possuem 16.987 m. Poucos trechos possuem matas ciliares, totalizando 11,5 ha (Figura 6).

Em termos quantitativos, constatou-se número elevado de nascentes na sub-bacia do Tuá, sendo, ao total, 46 nascentes, somando-se 41 avaliadas e georreferenciadas, e cinco não avaliadas devido à dificuldade de acesso. Não foi feita separação entre nascentes perenes e intermitentes, pois, em muitos casos, os proprietários não foram localizados, não sendo possível a obtenção dessa informação (Figura 6).

Foto: Imagem RapidEye. Adaptado por Bruno G. Ubrali

Nascentes e Drenagem da Sub-bacia do Tuá

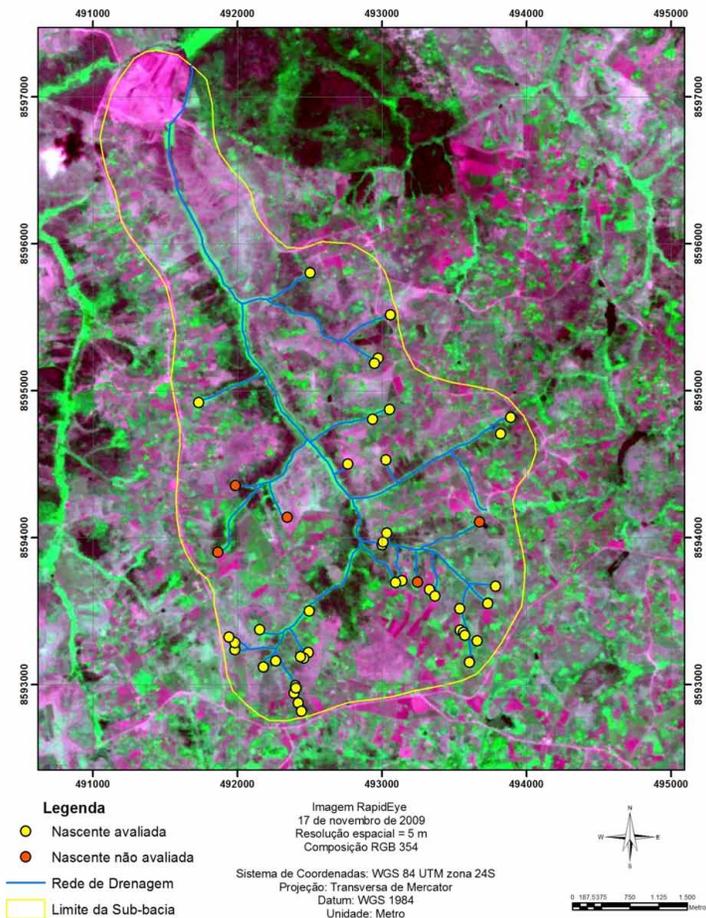


Figura 6. Delimitação de rede de drenagem e localização das nascentes na sub-bacia do Tuá. Cruz das Almas, BA, 2012.

Em relação à quantidade de água da rede de drenagem, constatou-se estado alarmante de sua conservação, pois a maioria dos pontos observados não possui água corrente, os leitos dos córregos estão assoreados e se transformaram em várzeas ou estavam secos (Figura 3E). Os moradores locais alegam que, há algum tempo, a situação era

diferente, mas estão cientes que, devido ao desmatamento intenso, ocorrido nos últimos vinte anos, principalmente, nas matas ciliares, hoje, os córregos possuem pouca água, sendo o resultado claramente visível e sentido diariamente pelos agricultores e suas famílias.

Insernhagen *et al.* (2009) corroboram com a hipótese dos agricultores entrevistados, pois a remoção de matas ciliares e dos brejos propicia maior vulnerabilidade à ação de processos erosivos dos cursos d'água, e a função de "filtro" da mata ciliar não é mais desempenhada, ficando a estabilidade das margens dos córregos comprometida. Além disso, a ocupação do solo no entorno por agricultura e pecuária pode produzir toneladas de sedimentos que se acumulam nas cotas mais baixas do terreno, prejudicando os cursos d'água. Dessa forma, a água, ao invés de correr em um leito definido, espalha-se pelas áreas circunvizinhas, sendo a área ocupada por uma lâmina d'água fina e contínua, propiciando o desenvolvimento de gramíneas adaptadas à saturação hídrica como taboas (*Typha sp.*). Em muitos casos, torna-se necessário o restabelecimento do leito do curso d'água. A experiência *in loco* desse estudo constatou que, nos locais em que existem matas ciliares, a quantidade de água é evidentemente mais abundante.

A grande maioria das nascentes observadas são pontuais, sendo constatadas apenas duas difusas. Quanto ao grau de conservação, a maioria foi classificada como degradada, seguida pelas perturbadas, sendo que nenhuma delas foi considerada conservada (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação das nascentes quanto ao grau de conservação e ao tipo de lençol freático associado.

Classificação das nascentes quanto ao grau de conservação								
Conservada			Perturbada		Degradada		Total	
Tipo	Qtde.	%	Qtde.	%	Qtde.	%	Qtde.	%
Difusa	0	0	0	0	2	4,9	2	4,9
Pontual	0	0	12	29,3	27	65,9	39	95,1
Total	0	0	12	29,3	29	70,7	41	100,0

Os principais impactos observados nas nascentes foram:

- a) presença de pequenas represas com barragens nos minadouros para o fornecimento de água ao gado, causando o bloqueio do fluxo hídrico natural;
- b) presença de animais nas margens;
- c) ausência das matas ciliares; e
- d) uso da terra ao redor dos minadouros como pastagens (Figura 7) e para agricultura.

Foto: Bruno G. Ubiati



Figura 7. Nascente com alto nível de degradação. Não possui mata ciliar, localiza-se em meio à pastagem e apresenta minadouro escavado para servir de bebedouro ao gado. Sub-bacia do Tuá, Cruz das Almas-BA, em 04 de maio de 2012.

Nota-se que o grau de degradação da área de estudo é bastante elevado devido à ausência de nascentes conservadas e à alta porcentagem de nascentes degradadas com pouca vegetação arbórea ao redor e alta presença de impactos, o que mostra a necessidade de intervenções para recuperação dessas áreas impactadas por ação antrópica.

Quanto aos impactos avaliados, 41 nascentes (87,2%) apresentaram uso por animais, e 6 (12,8%), não. Os animais compactam o solo do entorno, prejudicam a regeneração natural de espécies arbóreas na mata ciliar (INSERNHAGEN *et al.*, 2009), causam desbarrancamento das margens e deformam o leito dos canais, além de representarem risco de contaminação local por coliformes fecais devido à deposição de dejetos na água. O número de nascentes com acesso de animais é elevado, o que representa muitas áreas impactadas e com potencial risco de contaminação, podendo refletir em problemas para os consumidores da água desses locais (Figura 8).

Fotos: Bruno G. Ubiali



Figura 8. Animal bebendo água em nascente (A); e causando contaminação devido a dejetos e pisoteio em canal formado por nascente com barragem (B). Comunidade do Tuá, Cruz das Almas-BA, em 04 de maio de 2012.

Quanto ao uso direto da água por humanos, 15 das nascentes apresentaram-no, enquanto 32 delas, não (Figura 9). O uso diferiu de local para local, sendo eles: uso da água nas casas (detectado pela presença de bombas); lavagem de roupas (presença de roupas, escovas e sabão); consumo direto no minadouro (presença de jarras, copos e proteção sobre a água); irrigação de hortas e outros cultivos (presença de regadores e cultivos nas proximidades).

A fonte principal de água no passado das comunidades locais, segundo os agricultores da região, eram as nascentes (Figura 10). Após o processo de degradação das mesmas, passou-se a usar poços para coleta e há também uma distribuição pública de água, porém esta não chega a todas propriedades. Portanto, além da grande importância ambiental desses locais, para muitos moradores eles são a fonte de água de suas casas e famílias.

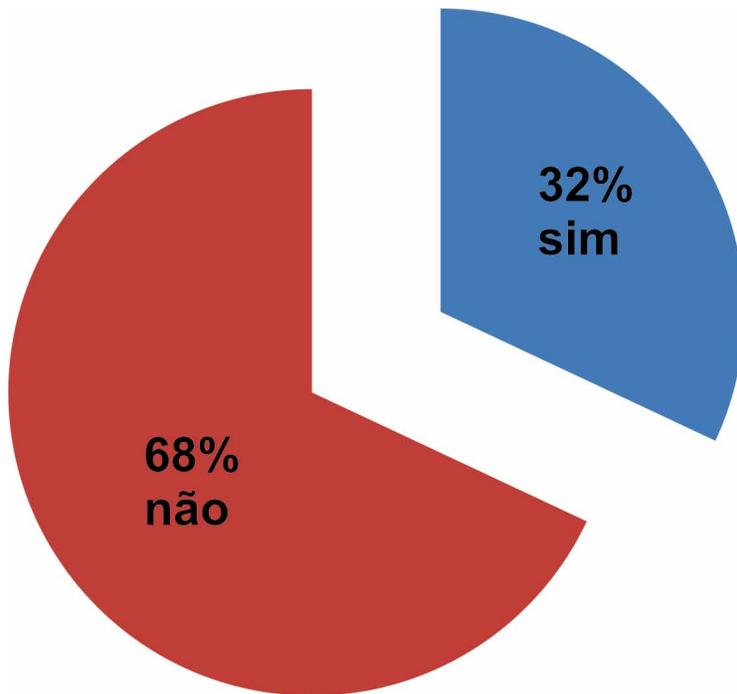


Figura 9. Percentual de utilização de água de nascentes por humanos na sub-bacia do Tuá, Cruz das Almas, BA, 2012.



Figura 10. Nascente com recipiente para armazenamento de água para consumo humano. Sub-bacia do Tuá, Cruz das Almas-BA, em 04 de maio de 2012.

O levantamento do uso da terra no entorno dos minadouros, principalmente, nas áreas declivosas, por serem zonas de recarga, é de grande importância na determinação das influências sobre as nascentes. As áreas a montante podem transportar sedimentos, nutrientes, agroquímicos e outros tipos de contaminantes por erosão, lixiviação e infiltração, alterando a qualidade da água nas nascentes e nos córregos.

Na sub-bacia do Tuá, a maior porcentagem de ocupação do solo no entorno das nascentes se deu por pastagens, e, a menor, por vegetação nativa (Figura 11). Deve-se atentar para o fato de que uma nascente geralmente apresenta mais que um uso da terra em seu entorno.

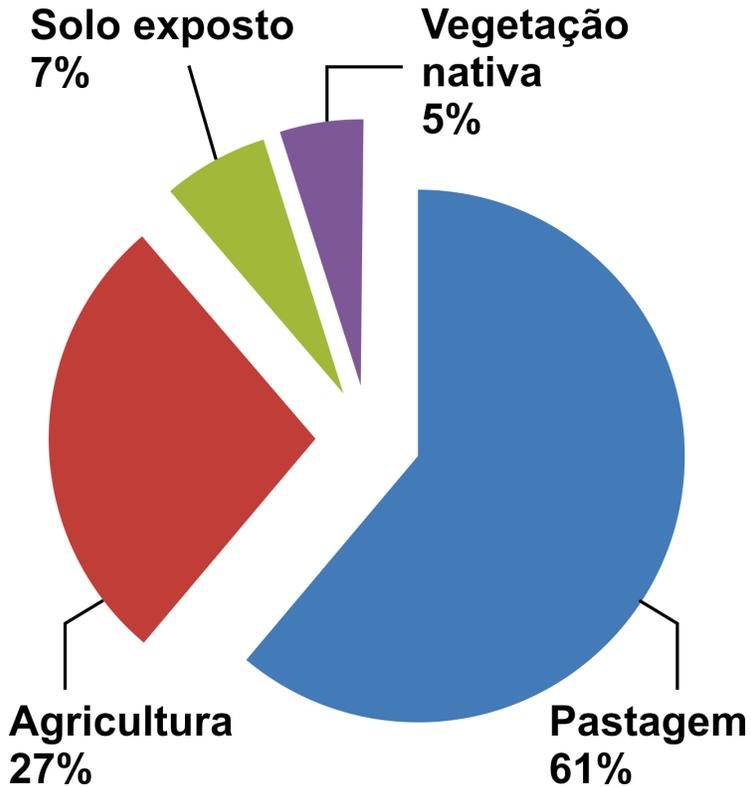


Figura 11. Uso do solo no entorno das nascentes da sub-bacia do Tuá, Cruz das Almas, BA, 2012.

A categoria “Solo exposto” enquadra-se na categoria “Agricultura”, por ser, na maioria dos casos, uma etapa do cultivo agrícola. Foi, contudo, considerada categoria à parte, devido ao estado em que foi encontrado na fase do levantamento. Nota-se que o grau de antropização do ambiente é alto, onde predomina a agropecuária, ficando a vegetação nativa com porcentagem muito baixa de ocupação do solo (Figura 12).



Fotos: Bruno G. Ubiali

Figura 12. Antropização observada nas áreas da sub-bacia do Tuá com (A) plantio de mandioca em encosta e (B) plantio “morro abaixo”. Sub-bacia do Tuá, Cruz das Almas-BA, em 04 de maio de 2012.

Os valores percentuais do uso do solo no entorno das nascentes apresentados na Figura 11 são influenciados pela disposição dos solos no relevo da sub-bacia. As áreas de cultivo geralmente se localizam nas áreas mais altas, próximas a estradas e casas, enquanto as pastagens predominam nas áreas de encostas e baixadas, no entorno de nascentes e córregos (Figura 13).



Figura 13. Localização das áreas de agricultura nas partes altas e planas e das pastagens em encostas e baixadas na sub-bacia do Tuá, Cruz das Almas-BA.

Fonte: Google Earth, imagem de 2003.

Dentro da categoria de uso do solo “Agricultura”, a mandioca, seguida do inhame, apresentou a maior quantidade de áreas ocupadas no entorno das nascentes, incluindo áreas íngremes (Figuras 12 A e B e 14). A quantidade e a qualidade da água são influenciadas pelo uso do solo, principalmente nas áreas de recarga, que influenciam o armazenamento da água subterrânea e o regime hídrico das nascentes e os cursos d’água.

É frequente a presença de cultivos sem planejamento de conservação do solo, sem curvas de nível, os chamados plantios “morro abaixo” (Figura 14). Entretanto, não se notaram problemas graves de erosão, como grandes sulcos e voçorocas.

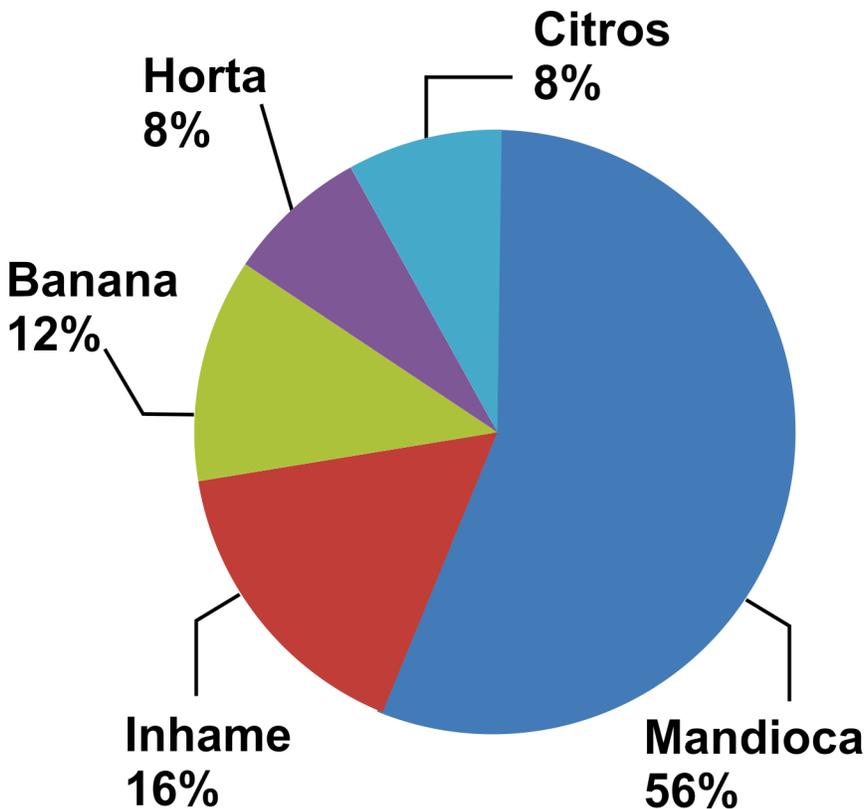


Figura 14. Percentuais de cultivos observados no entorno das nascentes da sub-bacia do Tuá, Cruz das Almas, BA.

Constatou-se que, em muitos dos leitos de córregos onde não há mais fluxo de água, ocorreu ocupação por agricultura ou pastagem. Isso representa modificação na paisagem e um empecilho a mais junto aos agricultores frente a uma possível proposta de revegetação, pois representariam maior perda de área agrícola para recuperação das matas ciliares (Figura 15).

A avaliação do fluxo de água a jusante está diretamente relacionada à construção de represas para o gado nos minadouros e esse foi um dos principais impactos constatados (Figura 16). Os canais formados pelas nascentes encontravam-se secos em quatro delas (9,8%). A maior parte apresentou água parada ou áreas de várzea, sem fluxo visível de água, somando 31 (75,6%). E, por último, os córregos que apresentaram fluxo visível de água, sendo seis deles (14,6%).



Foto: Bruno G. Ubiali

Figura 15. Área mais baixa corresponde ao início do leito do córrego, atualmente ocupada por agricultura na sub-bacia do Tuá, Cruz das Almas, BA.

Foto: Bruno G. Ubiati



Figura 16. Barragem bloqueando fluxo de água em nascente, onde se observa encanamento para saída da água que permanece maior parte do tempo fechado. Sub-bacia do Tuá, Cruz das Almas-BA, em 04 de maio de 2012.

Cabe salientar que o período de realização do levantamento exerce influência sobre as informações levantadas, pois foi realizado em época do ano em que o lençol freático encontra-se em nível baixo. Entretanto, o represamento da água logo no minadouro é um grande problema para a sub-bacia como um todo, pois prejudica o fluxo de água desde o afloramento do lençol freático à superfície. Uma alternativa adequada seria represar a água mais a jusante da nascente, fora do seu curso natural e sem bloquear o fluxo totalmente, respeitando-se a APP. Assim, o fluxo de saída de água da nascente não é prejudicado, conservando-se a água e a vegetação a ela associada.

Quanto ao uso de cerca nas nascentes para proteção da vegetação e da água, a maioria não apresentou este emprego, somando 30 nascentes (73,2%). Algumas possuem cerca ao redor do minadouro de água, somando 10 nascentes (24,4%). Uma delas (2,4%) demonstrou a opção mais adequada, com cerca ao redor da mata ciliar, protegendo tanto a água como a vegetação no entorno, impedindo a entrada principalmente de animais. Os poucos trechos de mata ciliar existentes encontram-se também sem proteção por cerca, permitindo a entrada de animais, o que aumenta a perturbação nos fragmentos.

Nas nascentes em que foi detectado o uso por humanos, a proporção das nascentes cercadas foi de 33,3% e, naquelas que não eram utilizadas por humanos, esse percentual se reduziu para 7,69%, revelando que os agricultores realizam essa prática principalmente quando fazem uso direto da água.

Observa-se, na Figura 17, que as cabeceiras dos córregos que deveriam ser as áreas mais bem conservadas, estão com o maior grau de degradação. Em nível de sub-bacia, problemas como erosão, assoreamento ou contaminação das águas nas áreas mais altas (montante), pode atingir as áreas baixas (jusante) sendo importante a priorização na conservação desses locais.

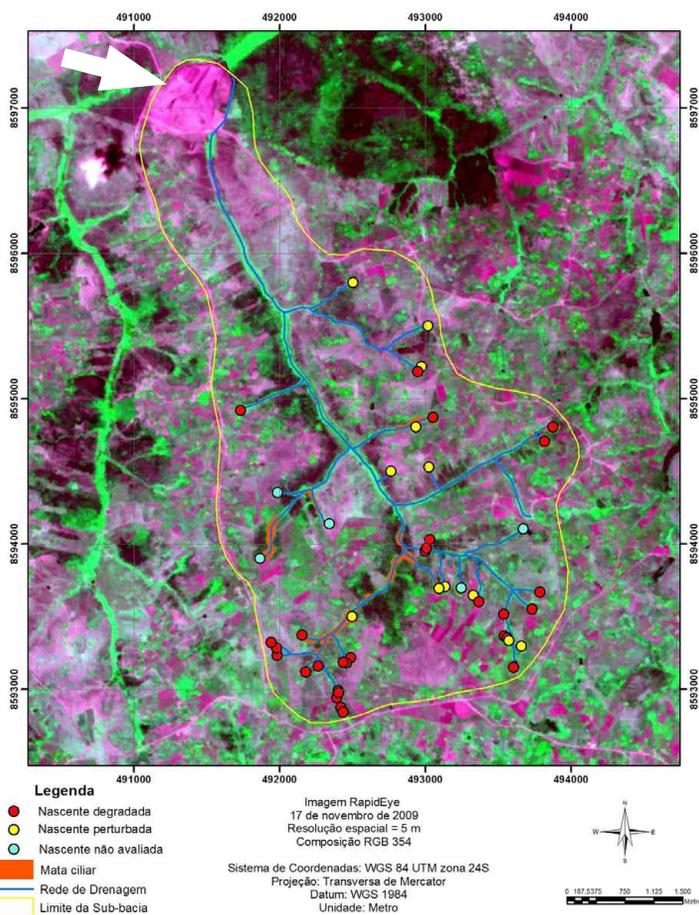


Foto: Imagem RapidEye. Adaptado por Bruno G. Ubiali

Figura 17. Sub-bacia do Tuá com suas nascentes, rede de drenagem e matas ciliares, Cruz das Almas-BA.

UBIALI et al., (2013) constataram que, na foz do principal córrego da sub-bacia, está sendo realizada obra municipal para captação e tratamento dos efluentes da cidade em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), a qual foi alocada quase que inteiramente na área da sub-bacia (seta indicativa no canto superior esquerdo da Figura 17). Na época em que foi feita a imagem, a obra encontrava-se em fase de terraplanagem e, atualmente, está concluída. A ETE localiza-se sobre o curso natural do córrego principal da sub-bacia e do córrego em que deságua, impactando não somente as áreas de APP como os leitos dos córregos e suas águas.

Análise da água das nascentes da sub-bacia do Tuá, Cruz das Almas, BA

Foram coletadas amostras das águas das nascentes da sub-bacia do Tuá, visando à sua análise quanto à contaminação, à turbidez e à potabilidade (Figura 18). Como resultados, constatou-se que 100% das nascentes apresentavam contaminação com coliformes fecais e *Escherichia coli*; com relação à turbidez, 100% das nascentes com turbidez estavam acima dos valores desejados, sobre a potabilidade, todas as nascentes analisadas possuem água fora dos padrões de potabilidade, de acordo com a portaria 2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde. Diante dos dados constatados, verifica-se que 100% das águas das nascentes analisadas da sub-bacia do Tuá estão impróprias para consumo humano.

Subtraindo-se as áreas de floresta ciliar sobrepostas, obtêm-se, desconsiderando as variantes específicas para a recomposição ambiental das APP's dos imóveis rurais da região consoante previstas na Lei n. 12.651/2012, conforme anteriormente relacionadas, um total de 99,57 ha de matas ciliares a serem recuperados (Tabela 2).

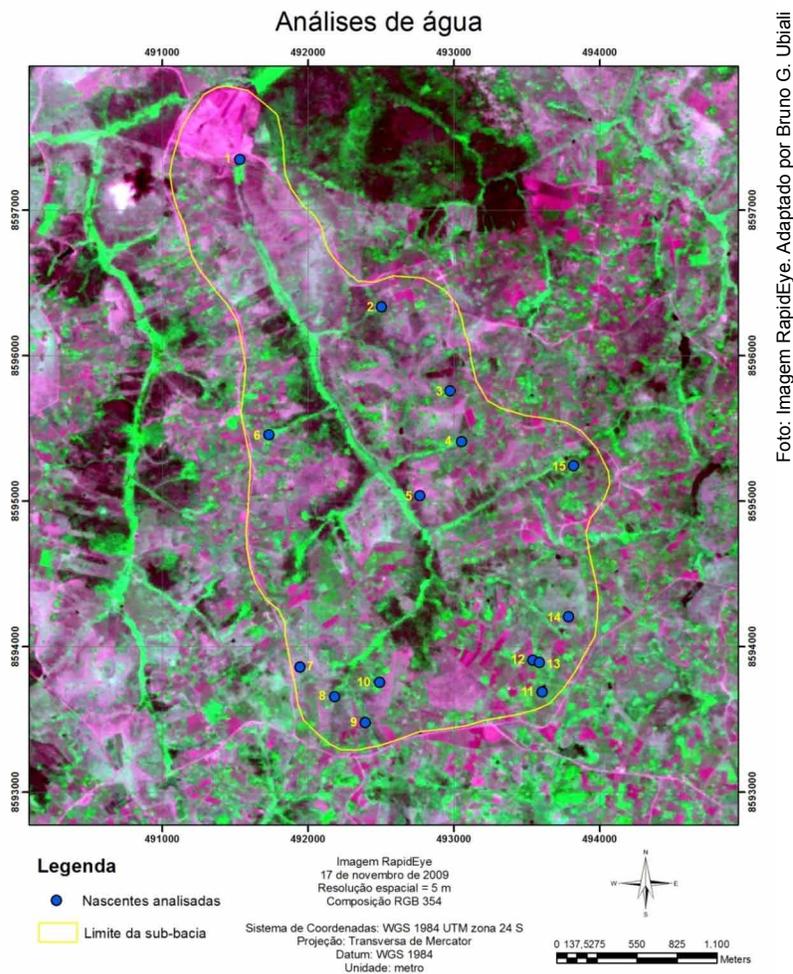


Figura 18. Localização das nascentes analisadas em relação à qualidade da água das nascentes da sub-bacia do Tuá, Cruz das Almas, BA, 2012.

Foto: Imagem RapidEye. Adaptado por Bruno G. Ubiali

APP's segundo a Lei Federal 12.651/12

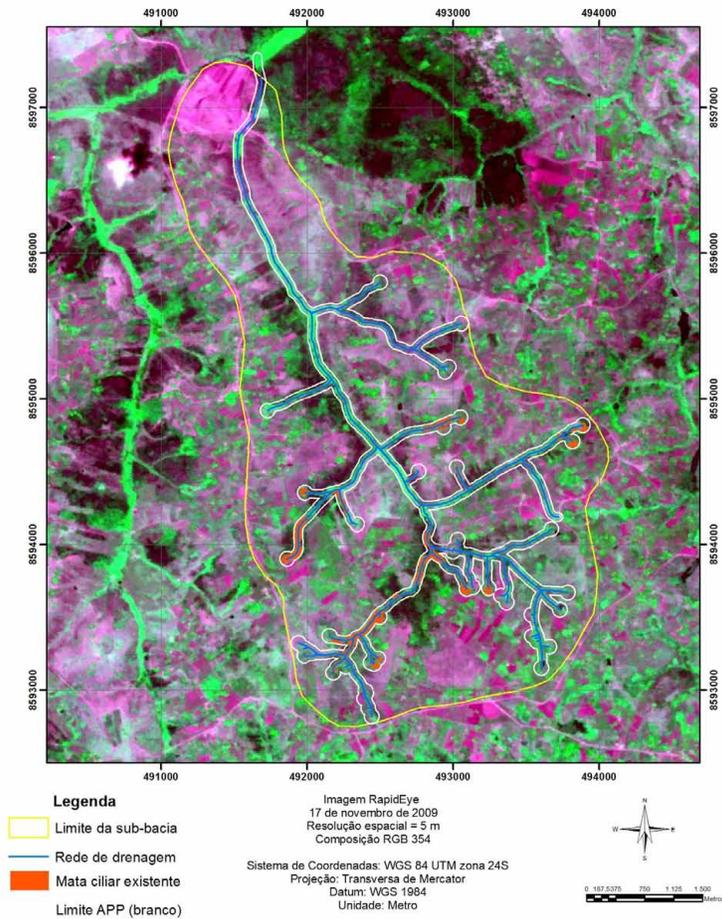


Figura 19. Delimitação das Áreas de Preservação Permanente de nascentes e cursos d'água. Sub-bacia do Tuá, Cruz das Almas, BA.

As APP's da área de estudo, considerando-se as áreas correspondentes às faixas marginais ao longo dos cursos de água perenes e intermitentes, bem como as áreas de entorno ao redor de nascentes e olhos de água, totalizaram 111,04 ha. Não foi feita a diferenciação entre nascentes perenes e intermitentes devido à dificuldade de obtenção dessa informação a campo, por isso, todas as nascentes foram consideradas perenes (Figura 19).

Tabela 2. Área de matas ciliares necessária à recuperação.

Área	Hectares (ha)
APP	111,04
Matas ciliares	11,47
Área para recuperação	99,57

De acordo com Rodrigues *et al.* (2007), deve-se fazer diferenciação, em uma paisagem com diversas áreas degradadas, em relação ao potencial e às possibilidades de restauração de cada local, visando prescrever a solução mais adequada a cada uma delas. O presente estudo não visou fazer um planejamento detalhado de uma ação de restauração como citam os autores, mas sim oferecer uma base inicial para futuros projetos.

Partindo-se da constatação de que a maior parte do uso do solo no entorno das nascentes e córregos se dá na forma de pastagens, sem ou com baixa regeneração natural de espécies arbóreas, Rodrigues *et al.* (2007) indicaram, como primeira medida para esse tipo de local, o isolamento da área e a retirada de fatores de degradação, ou seja, o cercamento das nascentes impedindo o acesso de animais às APP's. O passo seguinte seria o plantio de mudas em área total, no sistema de cultivo mínimo. Como medida complementar, pode ser adotada a introdução de elementos atrativos da fauna para função de nucleação (poleiros naturais ou artificiais, galharia). Como existem poucas áreas com floresta nativa dentro da sub-bacia, ações como isolamento da área a ser restaurada e condução da regeneração natural se tornam mais difíceis pela baixa quantidade de propágulos existente nas proximidades.

Utilizando-se o espaçamento de plantio 3 m x 2 m e a proporção de espécies, segundo a sucessão ecológica, de 35% de espécies pioneiras, 35% de secundárias iniciais, 15% de secundárias tardias e 15% de climáticas,

obtêm-se as quantidades de mudas necessárias ao projeto de recuperação de matas ciliares informadas na Tabela 3.

Tabela 3. Quantidade de mudas necessárias ao projeto de recuperação das matas ciliares.

Grupo sucessional / Área	1 ha	Área a ser recuperada (99,57 ha)
Pioneiras	583	58.049
Sec. Iniciais	583	58.049
Sec. Tardias	250	24.893
Climáticas	250	24.893
Total de mudas	1.666	165.884

A quantidade de mudas é proporcional à área a ser recuperada, mostrando a dimensão de um projeto de recuperação das matas ciliares da sub-bacia. Segundo Engel e Parrota (2008), são necessários dados de referência para o planejamento da restauração de um ecossistema, dentre eles, destaca-se a flora. A lista de espécies arbóreas elaborada (Tabela 4) visa fornecer esse tipo de informação, observando-se a ocorrência de espécies exóticas. As espécies foram classificadas de acordo com THE ANGIOSPERM (2003).

Tabela 4. Espécies constatadas no entorno das nascentes da sub-bacia do Tuá, Cruz das Almas, BA.

Família / Espécie	Nome popular
Anacardiaceae	
<i>Anacardium occidentale</i> L.	cajuero
<i>Mangifera indica</i> * L.	mangueira
<i>Schinus therebintifolius</i> Raddi	aroeira pimenteira
Annonaceae	
<i>Annona muricata</i> L.	graviola

Tabela 4. Continuação.

Família / Espécie	Nome popular
Araliaceae	
<i>Schefflera sp.</i>	mandiocão
Arecaceae	
<i>Elaeis guineensis</i> * Jacq.	dendezeiro
Bixaceae	
<i>Bixa orellana</i> L.	urucum
Cannabaceae	
<i>Cecropia sp.</i>	embaúba
<i>Celtis fluminensis</i>	celtis
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	pau pólvora
Fabaceae - Caesalpinioideae	
<i>Senna macranthera</i> (DC. ex Collad.) H.S.	fedegoso
Fabaceae - Faboideae	
<i>Centrolobium tomentosum</i> Guillem. ex Benth.	araribá
Fabaceae - Mimosoideae	
<i>Inga sp.</i>	ingá de metro
<i>Mimosa tenuiflora</i> * (Willd.) Poir.	jurema
Lamiaceae	
<i>Aegiphila integrifolia</i> (Jacq.) Moldenke	tamanqueira
Moraceae	
<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	fruta pão
<i>Artocarpus heterophyllus</i> * Lam.	jaqueira
<i>Ficus sp.</i>	gameleira

Tabela 4. Continuação.

Família / Espécie	Nome popular
Musaceae	
<i>Musa spp.*</i>	bananeira
Myrtaceae	
<i>Psidium guajava</i> L.	goiabeira
<i>Psidium sp.</i>	araçá
Piperaceae	
<i>Piper sp.</i>	
Rubiaceae	
<i>Genipa americana</i> L.	jenipapo
Rutaceae	
<i>Citrus aurantifolia*</i> (Christm.) Swingle	limoeiro
<i>Citrus reticulata*</i> Blanco	mexerica
<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	mamica de porca
Salicaceae	
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	guaçatonga
Sapindaceae	
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	camboatã
Verbenaceae	
<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	lixeira

* espécies exóticas

A maioria das áreas no entorno das nascentes, conforme foi reportado, encontra-se com alto grau de intervenção humana. Portanto, a lista apresentada pode ser um auxílio na escolha de espécies a serem usadas na restauração florestal, entretanto, não deve ser a única fonte de informação para essa finalidade.

Ações iniciais implementadas nas Comunidades de Tuá, Combê e Tintureiro referente à sensibilização dos agricultores sobre a problemática da água e da necessidade de conservação das nascentes na sub-bacia do Tuá

Os estudo de diagnóstico ambiental da sub-bacia hidrográfica do Tuá em Cruz das Almas, BA, gerou resultados que demonstram que a área é rica em nascentes. Um total de 46 nascentes foram mapeadas, sendo que a grande maioria foi classificada como degradada. Os córregos, em quase sua totalidade, apresentaram leito sem água corrente e 90% da vegetação ciliar. O estudo calculou em 100 ha a área necessária para a recomposição da vegetação ciliar. Como iniciativa primeira para a recomposição da vegetação, o Projeto QuintalSAN apresentou os resultados do estudo para as comunidades envolvidas alertando para a necessidade de recuperação e conservação das nascentes. E numa tentativa inicial de mobilizar as comunidades para a problemática da água, o projeto QuintalSAN adquiriu cerca de 1000 mudas de espécies nativas da Mata Atlântica, as quais foram doadas às famílias de agricultores familiares para serem plantas de forma a proteger as nascentes identificadas e georreferenciadas na pesquisa (Figura 20).

Fotos: Romulo da S. Carvalho



Figura 20. Ações de sensibilização realizadas pela equipe do projeto QUINTAL_SAN para as comunidades do Tuá, Combê e Tintureiro sobre a necessidade de conservação dos mananciais hídricos da Sub-bacia Hidrográfica do Tuá, Cruz das Almas, BA, 2012.

Considerações finais

Depreende-se que a degradação das matas ciliares ao longo dos anos foi uma das principais causas da problemática relacionada à água na sub-bacia do Tuá. Outras medidas adotadas pelos agricultores familiares contribuem para o seu agravamento, como o represamento da água nas nascentes e a ocupação por pastagens e agricultura nas áreas de recarga.

O estudo teve receptividade e aceitabilidade muito boas por parte dos agricultores e dos moradores locais. Eles possuem sentimento de orgulho e valorização das nascentes de suas propriedades, principalmente quanto às que “nunca secam”, “tem água até no verão”, e ajudaram significativamente na localização das mesmas no campo. Nota-se que é uma necessidade deles a recuperação desse recurso natural e que estão dispostos a contribuir com o que puderem. No entanto, faltam medidas e técnicas conservacionistas por parte dos agricultores, que, muitas vezes, não têm acesso a esse tipo de informação. O material gerado pode ser usado na divulgação e na capacitação da população local, para que haja uma maior conscientização quanto à importância da conservação e da recuperação dos recursos naturais.

Essa ação de prospecção da qualidade dos recursos hídricos da sub-bacia do Tuá foi o passo inicial na busca pela recuperação desse ecossistema e, conseqüentemente, de seus recursos hídricos. A equipe do projeto QuintalSAN espera que a divulgação desses resultados resulte em estudos mais aprofundados, planejamento e ações concretas de recuperação dos recursos hídricos da sub-bacia. A vegetação original de Mata Atlântica é considerada um *hotspot* com possibilidade de captação de recursos para financiamento de projetos de recuperação e conservação desse bioma ameaçado junto a instituições que contribuem para a sua conservação.

Conclui-se que as demandas e as prioridades dos agricultores familiares envolvendo a problemática da água na sub-bacia do Tuá, extrapola a capacidade de ação do projeto QuintalSAN e, por esse motivo, o presente documento pretende ser referência inicial de consulta pelo poder público nas esferas municipal e estadual, visando solucionar esse problema de conservação das nascentes. Ações integradas posteriores de sensibilização e capacitação de agricultores, recuperação e conservação dos recursos

hídricos são prioritárias para que possam ser asseguradas as necessidades básicas de segurança alimentar e nutricional dos agricultores e de suas famílias no meio rural do município de Cruz das Almas, Bahia.

Referências

- AB'SABER, A. N. O suporte geoecológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e Recuperação**. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; Fapesp, 2001.
- FERREIRA, D. A. C.; DIAS, H. C. T. Situação atual da mata ciliar do Ribeirão São Bartolomeu, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 28, n. 4. 2004.
- IBGE. **Mapa de vegetação do Brasil**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 1 Mapa. Escala 1: 5.000.000
- IBGE. **Atlas Nacional do Brasil**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. 1 Atlas. Escalas variam.
- INSERNHAGEN, I.; BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G.; GANDOLFI, S. Diagnóstico ambiental das áreas a serem restauradas visando à definição de metodologias de restauração florestal. p. 87-127. In: RODRIGUES, R. R. et al., (Eds.). **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G.; ATTANASIO, C. M. Atividades de adequação ambiental e restauração florestal do LERF/ESALQ/USP. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.55, p. 7-21, jul./dez. 2007.
- SOUZA, L. D.; LINS, O. B. dos S. M. de O.; ACCIOLY, A. M. de A. **Diagnóstico rápido participativo do meio ambiente do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical-Embrapa**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. 40 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Documentos, 177).
- THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**. v. 141, n. 4, p. 399 – 436, 2003.
- TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. S.; FIRME, D. J.; LEITE, F. P. Diagnóstico hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, município de Guanhães, MG, Brasil. **Revista Ambiente & Água**. v. 4, n. 1, 2009.
- UBIALI, B. G.; POELKING, E. L.; ROMANO, M. R. Avaliação dos recursos hídricos da sub-bacia do Tuá, em Cruz das Almas, BA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013.
- VELOSO, P. H.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE,. 123p. 1991.
- ZAKIA, M. J. B. **Identificação e caracterização da zona ripária em uma microbacia experimental: implicações no manejo de bacias hidrográficas e na recomposição de florestas**. 1998. 98 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. São Carlos, 1998.



Mandioca e Fruticultura

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL