

USO DA TERRA VERSUS ÁREAS DE NASCENTES: ANÁLISE DE IMPACTOS COM UTILIZAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NO SUDOESTE AMAZÔNICO – ACRE - BRASIL

Waldemir Lima dos Santos
Universidade Federal do Acre
waldemir_geo@yahoo.com.br

Francisco Ivam Castro do Nascimento
Universidade Federal do Acre
ivam.nc@gmail.com

Frank Oliveira Arcos
Universidade Federal do Acre
frankarcos@gmail.com

EIXO TEMÁTICO: GEOGRAFIA FÍSICA E GEOTECNOLOGIAS

RESUMO - O presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo de impacto ambiental nas áreas de nascentes da bacia hidrográfica do Igarapé Judia, localizada entre os municípios de Senador Guiomard/AC e Rio Branco/AC, utilizando-se geotecnologias e levantamento de campo. Para o processamento dos dados coletados em pesquisa de gabinete e de campo foram utilizadas ferramentas do ambiente SIG. Constatou-se através da pesquisa que do total de nascentes estudadas, somente 25% estão preservadas, 62,5% estão degradadas e 12,5% estão perturbadas. Nesse sentido, podemos afirmar que a maioria das nascentes se encontra em avançado processo de degradação. Foi constatado ainda, que as nascentes com a maior quantidade de água foram as que detêm maior área de mata ciliar sendo classificadas como preservadas, conforme o raio de 50 (cinquenta) metros definido como Área de Preservação Permanente (APP), de acordo com a Resolução CONAMA nº 303/2002. Em contrapartida, as demais nascentes apresentaram baixos fluxos de água, correspondendo ao grau de degradação apresentado. A mensuração do total de mata ciliar a ser recuperada foi realizada para todas as nascentes pesquisadas. Constatou-se a importância da utilização de ambiente SIG e imagens de satélite aplicadas na pesquisa científica, notadamente para os estudos ambientais e detecção de impactos. Ao final, sugere-se a manutenção das áreas de nascentes, como sendo de vital importância para a melhoria das condições ambientais na Amazônia Sul-Occidental.

Palavras-chave: Recursos Hídricos. APP's. Impactos ambientais. Geotecnologias.

ABSTRACT - This study aimed to conduct a study of environmental impact in areas of the springs Igarapé Judia basin, located between the towns of Senador Guiomard and Rio Branco (AC), using geo and field survey. For the processing of data collected in desk research and field work used the GIS environment. It was found through research that the total number of sources studied, only 25% are preserved, are degraded 62.5% and 12.5% are disturbed. In this sense, we can say that most of the springs is in advanced stage of degradation. It was verified that the sources with the largest amount of water was holding the largest area of riparian vegetation is classified as preserved, as the radius of fifty (50) meters defined as Permanent Preservation Areas (APP), according to CONAMA Resolution 303/2002. However, other sources had low water flow, corresponding to the degree of degradation appears. The measurement of total riparian vegetation to be recovered was performed for all sources searched. It was noted the importance of using GIS and satellite imagery applied in scientific research, especially for environmental studies and detection of impacts. At the end, it is suggested to maintain the areas of springs, as being of vital importance for the improvement of environmental conditions in the southwestern Amazon.

Keywords: Water Resources. APP's. Environmental impacts. Geotechnology.

Justificativa e Problemática

Por definição, a bacia hidrográfica é uma área drenada por um sistema de drenagem inter-relacionado, controlado por um divisor de águas (topográfico) e que drena água, material sólido e dissolvido para uma saída comum que pode ser um rio, lago, reservatório ou oceano (VILLELA e MATOS, 1978).

Para a conservação dos recursos naturais, o conceito de bacia hidrográfica tem sido ampliado, com uma abrangência além dos aspectos hidrológicos, envolvendo o conhecimento da estrutura física da bacia e as mudanças nos padrões de uso da terra e suas implicações ambientais (SCHIAVETTI & CAMARGO, 2002).

O processo de exfiltração da água em superfície dá origem a uma fonte de acúmulo de água (represa) ou a cursos d'águas de diversos tamanhos e grandezas (CALHEIROS, 2004). Linsley e Franzini (1978) definiram as nascentes quanto a sua formação, com acúmulo ou não de água, atribuindo a influência da declividade para a ocorrência de ambas as situações.

Dentre os elementos que compõem a bacia hidrográfica, as áreas de nascentes são consideradas as mais importantes, representando o fluxo necessário para a formação da rede de drenagem da bacia, razão esta que vem justificar a realização desse artigo.

Ao longo dos anos a legislação ambiental que disciplina o uso das áreas de nascentes, tidas como APP's, tem sido negligenciada nessa parte da Amazônia, notadamente em razão da mudança do modelo econômico regional, que abandonou a atividade extrativa de produtos da floresta em pastagens para criação de bovinos. Entre os problemas ambientais, a erosão das encostas e o assoreamento dos corpos d'água, principalmente, em razão do desmatamento, são os mais evidenciados (SANTOS, 2005).

De maneira geral, os debates acerca da preservação e conservação da vegetação nativa, sobretudo aquela situada em áreas de nascente tem ocupado lugar de destaque nos estudos de que preconizam a sua importância para a proteção dos recursos hídricos.

A função ambiental das nascentes vão além da recarga com água dos rios e lagos. Essas áreas prestam um serviço ambiental de cunho geocológico por serem ambientes voltados para preservação da paisagem, do fluxo gênico da fauna e flora e por atuar como dissipador de energia erosiva (BRASIL, 1965).

Como forma de abordagem, esta pesquisa utilizou-se do apoio do Sistema de Informações Geográficas (SIG) e técnicas de geoprocessamento para identificar, delimitar e classificar, com base no grau de degradação, algumas nascentes do alto e médio curso da Bacia Hidrográfica do Igarapé Judia, adotando-as como áreas amostrais do processo de degradação a partir do uso da terra.

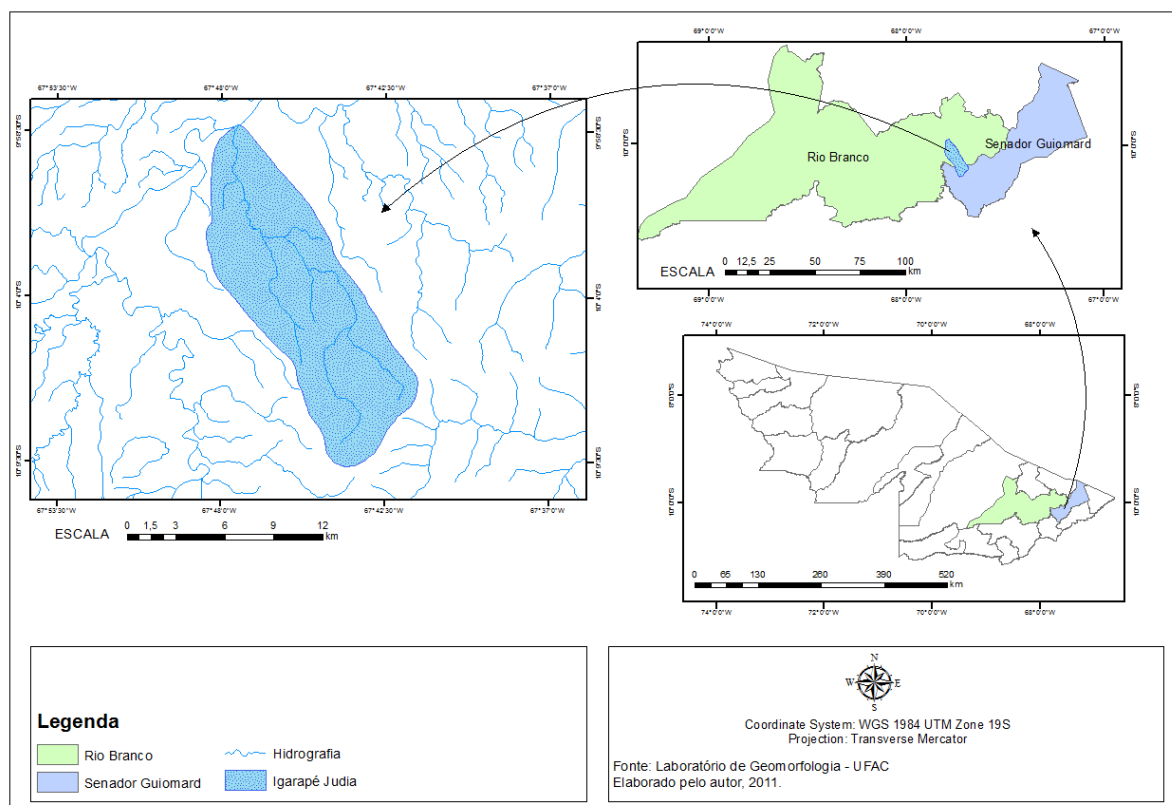
Objetivos

- a) **Geral:** Analisar os impactos ambientais em áreas de nascente a partir do uso da terra no estado do Acre, com o uso de ferramentas geotecnológicas.
- b) **Específicos:**
 1. Classificar e caracterizar as nascentes quanto à origem e ao grau de conservação;
 2. Proceder a mensuração do fluxo de água das nascentes;
 3. Mapear e mensurar, conforme a legislação vigente, o total de área de mata das nascentes, sugerindo-se a recuperação dos remanescentes, quando for o caso.

Materiais e Métodos

A Bacia Hidrográfica do igarapé Judia está localizada entre os municípios de Senador Guiomard e Rio Branco (AC). O alto curso da bacia situa-se na coordenada 10°9'14 S e 67°44'14 W (zona urbana de Senador Guiomard) e o exutório nas coordenadas 9°58'24" S e 67°47'30" W (zona urbana de Rio Branco) (fig. 1).

Figura 1 - Localização da bacia do igarapé Judia (AC)



A construção da base cartográfica constituiu o início da pesquisa, seguida da interpretação de imagens de satélite FORMOSAT do ano de 2008, com resolução espacial de 2 m. Os dados foram tratados em ambiente SIG, através do *software* ArcGis, 9.3.

A localização geográfica de cada nascente pesquisada está disposta na tabela 1.

Tabela 1 - Localização geográfica das nascentes pesquisadas na Bacia Hidrográfica do Igarapé Judia.

NASCENTES	X	Y
1	10° 7' 44" S	67° 41' 48" W
2	10° 6' 39" S	67° 41' 22" W
3	10° 6' 58" S	67° 41' 24" W
4	10° 7' 9" S	67° 41' 36" W
5	10° 2' 8" S	67° 45' 8" W
6	10° 2' 8" S	67° 45' 52" W
7	10° 2' 6" S	67° 45' 55" W
8	10° 2' 6" S	67° 46' 00" W

No tocante ao grau de conservação utilizamos os termos: *Degradado*, para nascentes que apresentavam alto grau de perturbação, muito pouco vegetada, solo compactado, presença do gado e presença de erosões; *Perturbado*, para nascentes que não apresentavam 50 m de vegetação em seu entorno, mas apresentavam bom estado de conservação, apesar de parte estar ocupada por pastagem e/ou agricultura; e *Preservado*, para nascentes que apresentavam pelo menos 50 m de vegetação

natural no seu entorno, medido a partir do olho d'água, na nascente pontual, ou a partir do olho d'água principal em nascentes difusas (PINTO *et. al.*, 2004).

Em relação à classificação das nascentes as mesmas foram classificadas de acordo com a origem, conforme apontado por Valente & Gomes (2005).

Neste sentido, temos que o débito de um curso d'água é a quantidade de água que flui por uma seção transversal do canal por unidade de tempo (CHRISTOFOLETTI, 1981).

Para a mensuração do fluxo de água das nascentes realizou-se a coleta com a utilização de sacos plásticos (com capacidade para 5 litros), com interceptação total do fluxo d'água, e medição do tempo em cronômetro digital.

Após a coleta destes dados o fluxo foi calculado, utilizando-se a seguinte fórmula:

$$F (l/s) = v (l) / t(s), \quad \text{onde:} \quad (1)$$

F = fluxo observado (l/s);

V = volume de água (l);

t = tempo (s).

Foi realizado levantamento de dados em campo, com anotação de informações em ficha específica e, com o apoio das imagens e dados colhidos com GPS (*Global Positioning System*) visualizou-se cada nascente estudada. Isso permitiu delimitar o raio (50 metros) das nascentes conforme disposto pela Resolução CONAMA 303/2002.

Após a delimitação do raio de preservação das nascentes, foi realizada a mensuração da quantidade de área de floresta que foi desmatada e, conseqüentemente, o total de área a ser recuperada, por nascente pesquisada.

Resultados e Discussão

Desmatamento e impactos associados

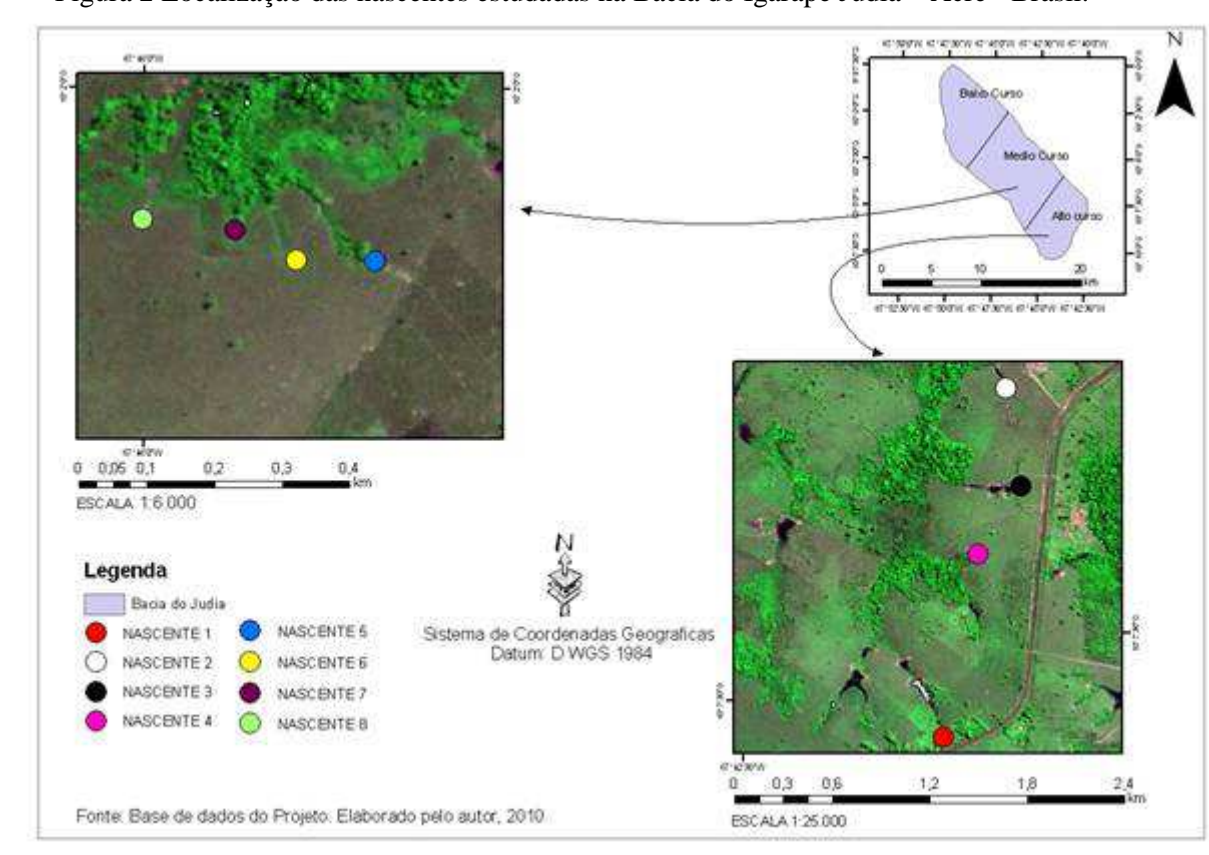
Atualmente, com o avanço tecnológico na área da geotecnologia, governo e sociedade civil podem fazer estudos e classificação de áreas através de imagens de satélite utilizando alguns SIG's. Imagens de satélite constituem ferramentas primordiais para que haja um planejamento adequado das atividades que são desenvolvidas no espaço.

Neste sentido a imagem de satélite FORMOSAT nos permitiu fazer um diagnóstico prévio do tipo de uso do solo, produzir índices de desmatamento e verificar o grau de conservação nas nascentes estudadas.

A figura 2 que é uma imagem de satélite (FORMOSAT) do ano de 2008 nos permite afirmar que grande parte da APP das nascentes encontra-se antropizada, dando lugar em sua grande parte a pastagens para criação de bovinos. A essas mudanças são atribuídas o processo desordenado de

ocupação destas áreas, degradando ainda mais as áreas de nascentes que abastecem os mananciais nos dois municípios abrangidos pela bacia.

Figura 2 Localização das nascentes estudadas na Bacia do Igarapé Judia – Acre - Brasil.



A partir do levantamento de dados em campo, constatou-se que todas as nascentes pesquisadas já sofreram algum tipo de intervenção humana a exemplo do desmatamento de sua mata ciliar (fig. 3).

Figura 3 - Vista das áreas de nascentes, com formação de pastagem (esquerda) e em processo de erosão por ravinamento em razão do pisoteio do gado (direita).



Foto: Ivam Nascimento – 2011.

Quanto ao grau de conservação das nascentes, foi constatado que somente 25% das nascentes estudadas podem ser classificadas como “preservadas”, encontrando-se com sua mata ciliar intacta e sem alterações que interfiram em sua dinâmica natural.

Como “perturbadas”, foi constatado o percentual de 12,5% das nascentes. São nascentes que ainda não estão totalmente desmatadas e apresentam fluxo contínuo de água.

O que mais preocupou foi o alto índice de degradação dentre as nascentes estudadas, perfazendo um percentual de 65,% sendo classificadas como “degradadas”, com alto grau de pressão antrópica e praticamente com toda sua área de mata ciliar desmatada, interferindo na recarga dos afluentes de ordens menores.

Tabela 2 - Grau de conservação e classificação das nascentes na Bacia do Igarapé Judia

Nascente	Grau de Conservação	Classificação
1	Perturbada	Zona de Nascentes/difusa
2	Preservada	Pontual
3	Preservada	Pontual
4	Degradado	Zona de Nascentes/difusa
5	Degradado	Zona de Nascentes/difusa
6	Degradado	Zona de Nascentes/difusa
7	Degradado	Zona de Nascentes/difusa
8	Degradado	Zona de Nascentes/difusa

Fonte: Base de dados da pesquisa - 2011.

Conforme esses dados, tomando estes exemplos como parâmetro para uma análise geral das condições que se encontram as nascentes, podemos afirmar que as mesmas apresentam um avançado processo de degradação e que necessitam de medidas mitigadoras de impactos negativos.

O desmatamento das áreas de nascentes prevalecendo o uso da terra sob pastagem trouxe consigo impactos negativos que foram diagnosticados pela mensuração da quantidade do fluxo de água em cada nascente.

O percentual de 50% das nascentes amostradas são difusas, que apresentavam pequenos vazamentos superficiais espalhados por uma área que se apresentava encharcada (brejo), acumulando-se em poças até dar início a fluxos contínuos. A essas nascentes denominamos de “Zonas de Nascentes” por não haver somente uma e sim várias interceptações de água em superfície, sem um local definido.

Razão disto, devido a dificuldade de localização do ponto principal de saída do fluxo para devida coleta de água, não foi possível mensurar a quantidade, sem prejuízos das demais observações.

Nas demais nascentes, considerando-se serem classificadas como Nascentes de Depressão, portanto com os locais dos “olhos d’água” bem definidos, foi possível mensurar o fluxo, cujos valores e graus de conservação estão dispostos na tabela 3.

Tabela 3 - Fluxo das nascentes estudadas e respectivo grau de conservação

Nascente	Fluxo (ml/s)	Grau de Conservação
1	*	Perturbada
2	150 ml	Preservada
3	500 ml	Preservada
4	10 ml	Degradada
5	50 ml	Degradada
6	*	Degradada
7	*	Degradada
8	*	Degradada

* Sem dados devido a não localização da saída principal, por tratar-se de área de brejo.

Fonte: Pesquisa de campo – 2011

A partir dos resultados constatou-se que as nascentes com o maior fluxo de água (em litros/segundos) foi a nascente 2 (dois) e 3 (três) com fluxo de 150 e 500 ml/s, respectivamente.

As nascentes 4 (quatro) e 5 (cinco) apresentaram os menores valores de fluxo, correspondendo a 10 e 50 ml/s, respectivamente.

O que chama a atenção é que os maiores valores correspondem àquelas nascentes cujo grau de conservação foi tido como “preservada”, que apresentam mata ciliar e que não foram impactadas o suficiente para que alterasse sobremaneira a sua dinâmica. As demais tidas como “Degradadas”, apresentaram os menores fluxos de água que pode ser o reflexo de uma possível interferência na recarga das mesmas, em razão do desmatamento e processos associados (erosão e compactação de solo e assoreamento) de suas áreas de abrangência.

Áreas de nascentes: Aplicação de geotecnologias na detecção de impactos

Para a delimitação das APP's das nascentes foram usadas técnicas de geoprocessamento em ambiente SIG. O trabalho de campo também foi de grande importância para a validação dos dados produzidos em gabinete.

Nas figuras 4 e 5 observam-se as nascentes e suas áreas de APP's além do remanescente florestal em cada uma delas.

Figura 4 - Área de APP e remanescentes de mata das nascentes do alto curso da bacia hidrográfica do Igarapé Judia.

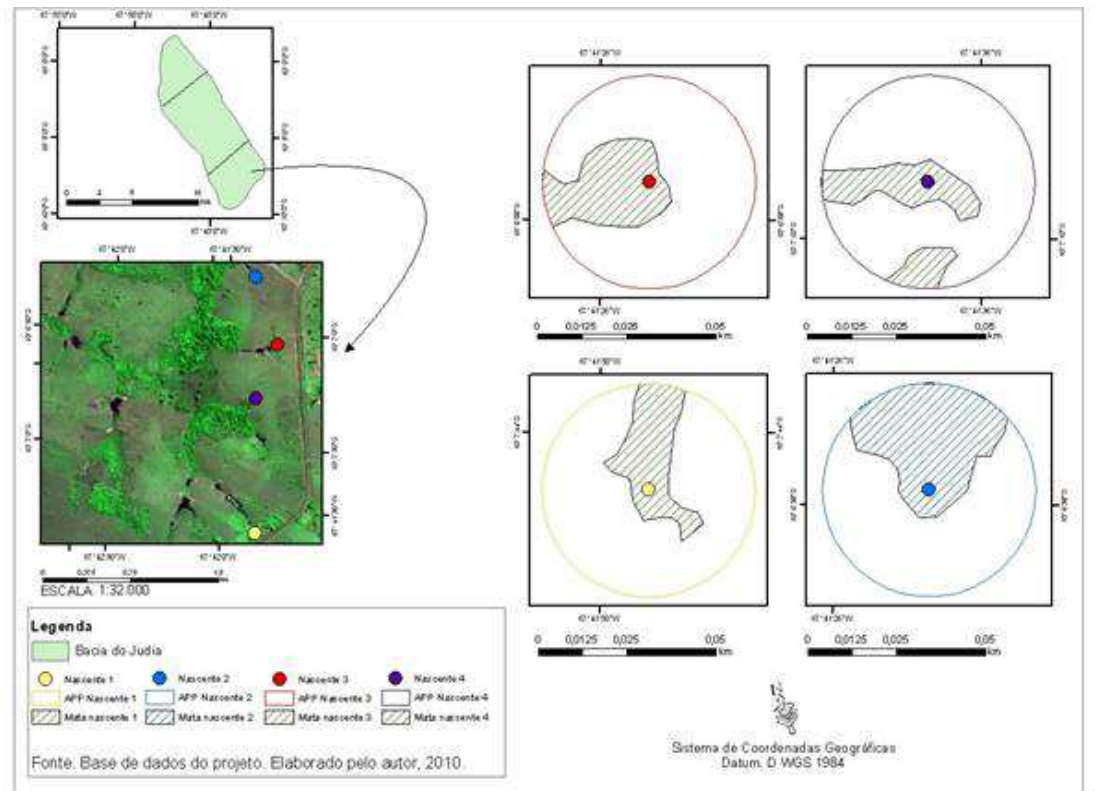
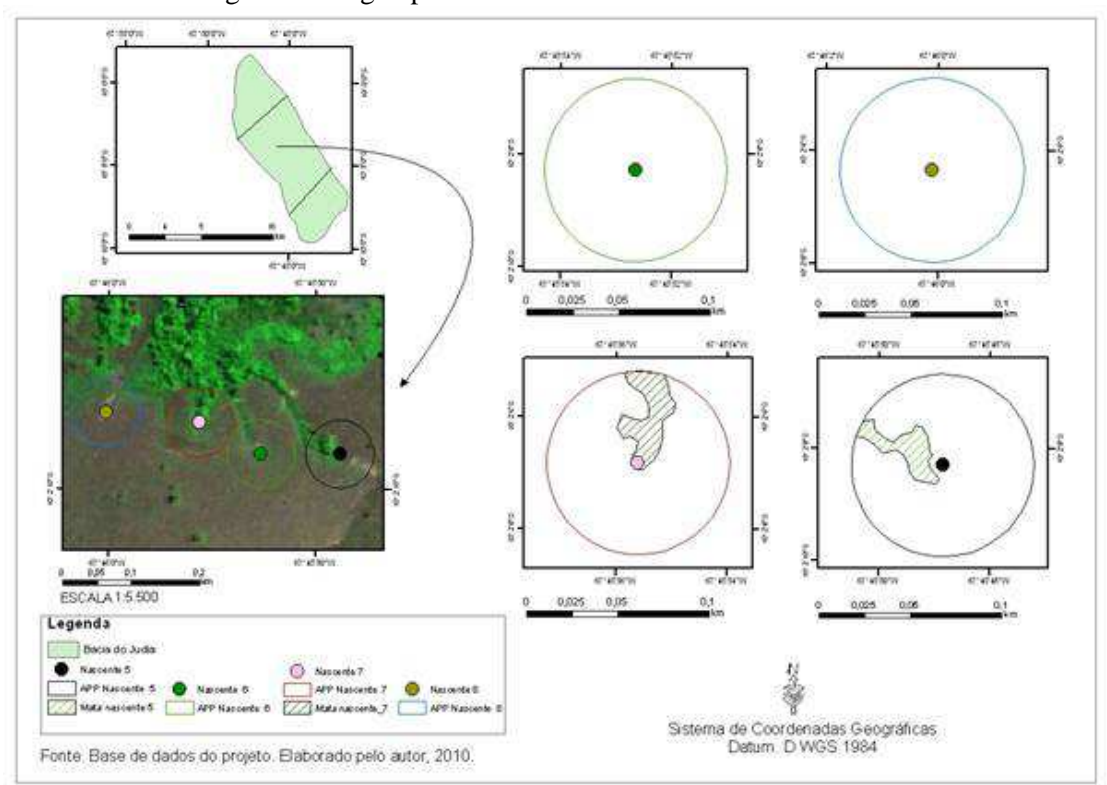


Figura 5 - Área de APP e remanescente de mata das nascentes do médio curso da bacia hidrográfica do Igarapé Judia - Acre – Brasil.



Conforme a imagem acima se constatou que as nascentes do médio curso (fig. 5) possuem maior índice de desmatamento de suas áreas do que as nascentes do alto curso (fig. 4). Essa

constatação pode estar relacionada ao uso mais intenso da terra por pecuária extensiva na área do médio curso da bacia e por se tratarem de áreas com relevo menos ondulado, com declividades menores que 10%.

Na tabela 4, constam os valores aproximados dos remanescentes de mata em cada nascente pesquisada e o total a ser recuperado, conforme a disciplina a legislação ambiental no tocante a APP.

Tabela 4 - Total de APP atual e APP a ser recuperada nas nascentes

Nascentes	Área de APP (m ²)	Área de APP (ha)	APP atual (m ²)	APP atual (ha)	APP a recuperar (m ²)	APP a recuperar (ha)
1	783	0,783	53	0,053	730	0,730
2	783	0,783	103	0,103	680	0,680
3	783	0,783	63	0,063	720	0,720
4	783	0,783	55	0,055	728	0,728
5	783	0,783	59	0,059	724	0,724
6	783	0,783	0	0	783	0,783
7	783	0,783	69	0,069	714	0,714
8	783	0,783	0	0	783	0,783
TOTAL	6264	6,264	402	0,402	5862	5,862

Fonte: Dados fornecidos pelo software ArcGis 9.3.

A tabela acima permite ter noção do percentual em m² da APP de cada nascente, da APP que resta atualmente e do que têm que ser recuperado para que seja cumprida a lei quanto a manutenção das APP's, considerando-se um raio de 50 metros da nascente. Como se observa dos dados acima, há necessidade de recuperação, aproximadamente, de 6 (seis) hectares de mata ciliar ao redor das nascentes aqui abordadas.

Conclusões

As nascentes da bacia do igarapé Judia aqui abordadas, em sua maioria, estão alteradas e algumas dessas sem nenhuma proteção natural. A falta desta proteção (prevista segundo a Resolução CONAMA n°. 303/2002 e resolução n° 369/2006) é negligenciada pela maioria dos proprietários de grandes lotes de terra ao longo das vias interurbanas e urbanas dos municípios de Senador Guiomard e Rio Branco (AC).

Comprovou-se que as nascentes que apresentaram o maior fluxo (l/s) são justamente as nascentes preservadas e que têm área de floresta maior em relação às demais. Com isso podemos afirmar que as nascentes quando preservadas mantêm um fluxo alto contribuindo assim para a manutenção hídrica dos rios e igarapés da região.

Não restam dúvidas de que o uso de geotecnologias auxilia na pesquisa científica. Isso ficou demonstrado neste trabalho que somente foi possível realizá-lo com o auxílio de ferramentas de alta resolução acopladas a um ambiente SIG.

Nesse sentido, atingimos um duplo objetivo. Primeiro, classificar e caracterizar as nascentes quanto ao fluxo, atrelando-a ao tipo de uso da terra ao qual estão incluídas e possíveis impactos decorrentes. Segundo, alertar para a importância das áreas de nascentes, onde a fiscalização e monitoramento dessas áreas são de vital importância, promovendo um crescimento de forma saudável e sustentável, mantendo os mananciais de água doce para as gerações futuras e melhorando a qualidade de vida das populações atuais.

Por último, essa pesquisa foi concluída e outras ainda serão necessárias no intuito de promover maior embasamento científico sobre a dinâmica hidrológica das nascentes nessa parte da Amazônia.

Referências Bibliográficas

BRASIL. **Lei Federal n. 4.771**. Instituiu o Código Florestal Brasileiro de 15 de setembro de 1965.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n° 303/2002**. Brasília: Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, 2002.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n° 369/2006**. Brasília: Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, 2006.

CALHEIROS, R. O. **Preservação e Recuperação das Nascentes**. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ - CTRN, 2004.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: E. Blucher: Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, 1981.

LINSLEY, R.K. & FRANZINI, J.B. **Engenharia de recurso hídricos**. Mc Graw-Hill do Brasil, 1978, 798p.

PINTO, L. V. A; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, E. **Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG**. Lavras/MG: *Scientia Forestalis*, n° 65, 197-206, junho, 2004.

SANTOS, W. L. dos. **O processo de urbanização e impactos ambientais em bacias hidrográficas: o caso do Igarapé Judia-Acre-Brasil**. 165f. 2005. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2005.

VALENTE, O. F. & GOMES, M. A. **Conservação de Nascentes: Hidrologia e Manejo de Bacias Hidrográficas de Cabeceiras**. Viçosa/MG: Aprenda Fácil, 2005.

VILLELA, S.M; MATOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: Difel, 1978.