

## **Evolução da condição ambiental da microbacia do Riacho Catucá (Pernambuco, Brasil) a partir de imagens do satélite TM Landsat 5.**

Helder de Barros Guimarães - Universidade Federal de Pernambuco  
Ricardo Augusto Pessoa Braga – Universidade Federal de Pernambuco  
Tiago Henrique Oliveira – Universidade Federal de Pernambuco

### **Abstract**

This work aims to analyze the evolution of the environmental condition of the watershed of the Catucá River (Pernambuco, Brazil) with reference to indicators of changes in forest cover relating them to the stabilization of hydrological processes. Comparisons of Leaf Area Index (LAI) and temperature (Ts) from Landsat 5 satellite imagery - TM generated at different times, and the collection of accounts by residents of the watershed. The positive development of the environmental condition guides for understanding the role of the Brazilian Army in the conservation of watershed hydrology, contributing to the maintenance of environmental services for water production, and a policy of conservation of environmentally protected areas. It was concluded that there was a natural regeneration of trees, an increase in the range of variation of the mean temperature when comparing the values obtained in the interior areas adjacent to the watershed and indicative of regularizing the flow of the main source of the study area.

Palavras-chave: Riacho Catucá; Índice de Área Foliar; microbacia

## 1. Introdução

Pernambuco é o estado brasileiro que possui o menor índice de disponibilidade hídrica per capita, oferecendo 1.320m<sup>3</sup>/hab/ano, caracterizando-o como uma região em situação hídrica crítica (Barth, 1999).

A microbacia do Riacho Catucá encontra-se totalmente inserida em uma Organização Militar do Exército Brasileiro denominado Campo de Instrução Marechal Newton Cavalcante (CIMNC). Esta área se destaca por possuir uma cobertura vegetal de Mata Atlântica, caracterizada por apresentar os efeitos de uma antropização ocorrida no passado, revertido mais recentemente por um processo de regeneração natural (GUIMARÃES, 2008).

A capacidade que as florestas têm em regularizar a vazão de rios sob sua área de influência é correntemente aceita por vários autores (Melo, 2007; Linhares, 2006; Borges, 2005; Lima, 2008 e Antoniazzi, 2008). Esta regularização, observada do ponto de vista da manutenção dos níveis de deflúvio em períodos de pouca precipitação, possibilita uma maior disponibilidade em períodos críticos de falta de chuva. Além disso, reduz o risco de picos de vazão que geram enchentes.

Maia (1992) indica como ponto forte da interceptação realizada pela cobertura vegetal e pela sarrapilheira, a proteção do solo contra o impacto da chuva, o que se traduz em menor risco de erosão e, conseqüentemente, minimização dos problemas de assoreamento e qualidade dos cursos d'água.

O Índice de Área Foliar (IAF, ou LAI *Leaf Area Index*) constitui um dos principais parâmetros biofísicos e estruturais da vegetação, sendo definido como a área foliar total por unidade de área do solo (m<sup>2</sup> / m<sup>2</sup>) (Carreire, 2005). A mesma autora comenta que para estimar a produtividade e a evapotranspiração, pesquisadores têm desenvolvido modelos de interface floresta-solo-atmosfera, nos quais o IAF é a principal variável descritora do dossel vegetal.

Assumindo que a melhoria do IAF significa recuperação da cobertura florestal, e que possibilita a estabilidade dos processos hidrológicos, depreende-se que em não ahavendo fontes poluidoras que degradem a qualidade da água, é esperada a condição hídrica da microbacia hidrográfica.

Este trabalho tem o objetivo de analisar a evolução da condição ambiental da microbacia do Riacho Catucá, situada a montante do reservatório da barragem de Botafogo (Pernambuco, Brasil) por comparações do Índice de Área Foliar (IAF) e de Temperaturas (Ts), a partir de imagens do satélite Landsat 5 - TM geradas em diferentes épocas e a partir da aplicação de questionários estruturados em residentes na área da microbacia.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1 Materiais

A microbacia hidrográfica do Riacho Catucá, situada a montante do reservatório da barragem de Botafogo, possui uma área de aproximadamente 8.000 ha e está situada entre as latitudes 07° 46' 12"S e 07° 55' 14"S e longitudes 35° 02' 47"W e 35° 09' 08"W, na mesoregião da Zona da Mata Pernambucana (COMPESA, 2011) (Figura 01). O Riacho Catucá é a primeira denominação dada ao Rio Botafogo, que passa a ter esse nome após a barragem. O RIO é integrante do grupo de bacias de pequenos rios litorâneos – GL1. Da sua nascente até o início do reservatório, o Riacho Catucá percorre 17 km. O Riacho Catucá, juntamente com os Riachos Cumbe, Arataca, Tabatinga, Conga, Monjope e Pilão integram o Sistema Botafogo de Abastecimento de Água Potável da Região Metropolitana do Recife. Este sistema é responsável por cerca de 10% do abastecimento de água da RMR com uma produção de 1588 l/s (Nascimento, 2003). A vazão média de captação de água no reservatório foi registrada em 1996 em 852 l/s. Já a vazão média do Riacho Catucá é de 543 l/s (PERNAMBUCO, 2010)

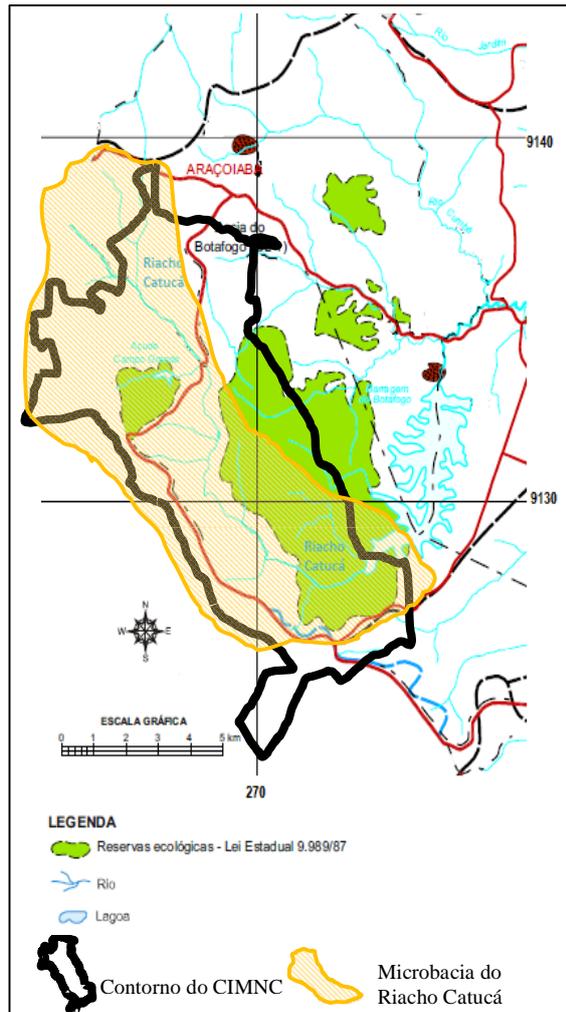


Figura 01. Microbacia do Riacho Catucá

O clima regional é tipo As', segundo a classificação Köppen, ou seja, tropical chuvoso com verão seco, com temperatura média anual de 25,2°C. O período chuvoso tem início em fevereiro e término em outubro. O período mais quente abrange os meses de dezembro a março, enquanto o menos quente ocorre entre os meses de junho a setembro. A precipitação média anual é de 1.634.2 mm (LAMEPE, 2011).

O relevo da microbacia é considerado forte ondulado, ou seja, existem várias elevações de pequenas amplitudes. O ponto mais alto é o morro de Miritiba, com 254m de altitude, enquanto a região mais baixa encontra-se no leito do Riacho Catucá, com cerca de 60m de desnível em relação ao nível do mar.

As médias mensais da umidade relativa do ar oscilam entre 74% e 86%, com média anual de 80% (Pfaltzgraff, 2003).

Até 1944 a área da bacia era formada por 10 engenhos de cana-de-açúcar, possuindo não mais que 20 fragmentos florestais de no máximo 80 ha de área cada. A partir de então, esta área passou à tutela do Exército Brasileiro e foi criado o atual CIMNC.

A vegetação é predominantemente do tipo floresta subperenifólia, com partes de floresta subcaducifólia. Os referidos fragmentos podem ser identificados nas cartas topográficas que datam da década de 1960, contudo, as imagens mais atuais obtidas por satélite não permitem fazer uma distinção dos limites dos mesmos. Guimarães (2008) afirma que o método de recuperação de área degradada adotado no CIMNC, aparentemente involuntário, foi o de regeneração natural.

## 2.2 Métodos

Com o objetivo de gerar mapas temáticos que possibilitassem identificar a evolução da condição ambiental das áreas de estudo, foram utilizadas imagens TM do satélite Landsat 5 referentes ao período de 1988 a 2007, adquiridas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), de órbita e ponto

214/65-66. As passagens do satélite sobre as áreas de estudo ocorreram em 05 de junho de 1988, 28 de setembro de 1989 e 07 de abril de 2007. Deste modo, foram obtidos o Índice de Área Foliar (IAF) e a Temperatura na Superfície (Ts) para as áreas de estudo empregando a mesma metodologia utilizada por Oliveira & Galvêncio (2008), demonstrado através do fluxograma da Figura 02, onde foram desenvolvidos modelos através da ferramenta Model Maker do programa ERDAS Imagine 9.1.

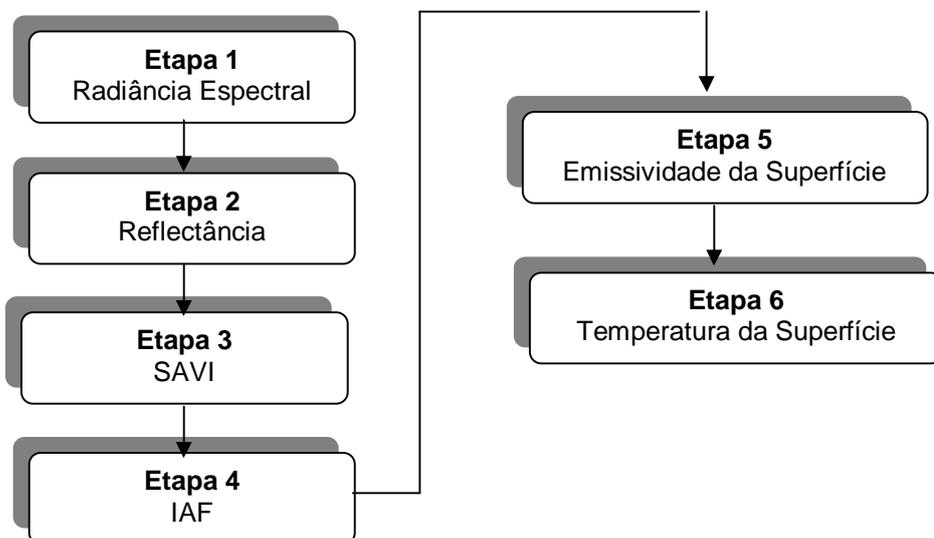


Figura 02 – Fluxograma da metodologia para obtenção da Temperatura da Superfície Fonte: Oliveira & Galvêncio (2008),

Foram comparados os resultados das análises físico-químicas para os parâmetros de Ph, Turbidez, Cor, Cloretos, Sulfatos e Carbonato, e das análises de absorção atômica para os parâmetros de Ferro Total, Zinco, Manganês, Cobre, Cádmio, Alumínio, Antimônio e Bário, obtidos nos mananciais que compõem o Sistema Botafogo de abastecimento de água. As coletas de amostra foram realizadas em amostras brutas nos pontos de captação dos Riachos que compõem o Sistema Botafogo, no período de 2005 a 2008.

### 3. Resultados e Discussão

A Área da bacia de drenagem da microbacia do Riacho Catucá à montante do Reservatório de Botafogo possui parte da linha do divisor topográfico coincidente com os limites do CIMNC. Dos aproximadamente 8.000 ha da microbacia, cerca de 7.000 ha encontram-se dentro da área militar. Esta área possui uma cobertura vegetal de Mata Atlântica em estágio de sucessão intermediário (Guimarães, 2008). Estende-se que devido a esta cobertura vegetal, esta área militar gera importantes serviços ambientais hidrológicos para a proteção e recarga do manancial. Observa-se no Quadro 01 uma estimativa de volumes de água interceptados e de recarga de manancial para a área de estudo.

Quadro 01 – Estimativa de volume interceptado e infiltrado pelas áreas de Mata Atlântica sob a tutela do Exército na Região Metropolitana do Recife.

Área de estudo	Área de vegetação arbórea (há)	Precipitação anual (mm/ano)	Volume Interceptado estimado (25,17% da Precipitação anual) x Área <sup>(a)</sup> (m <sup>3</sup> /ano)	Recarga estimada (anual) <sup>(b)</sup> (m <sup>3</sup> /ano)
Microbacia do Catucá	7.000,00	2.264	39.889.416,00	93.503.200,00

<sup>(a)</sup> O volume de água interceptado foi estimado em função das médias anuais precipitação na região em estudo multiplicado pela média aritmética dos percentuais interceptados em região de Mata Atlântica encontrados por Fujeta et al (1997) apud Ranzini (2004), Linsley et al (1949) apud Tucci (2007) e Groppo (2010) os quais encontraram respectivamente os valores de 18%, 25% e 32,5% da precipitação anual.

<sup>(b)</sup> Para estimar a recarga por infiltração foi utilizada expressão  $R$  (Recarga) =  $I$  (Infiltração por ano)\* $A$ (Área de estudo), onde,  $R$  é expresso em m<sup>3</sup>/ano. Quanto à quantidade de água infiltrada em região de Mata Atlântica, utilizamos adotamos o percentual de 59% da precipitação anual sugerido por Fujeta et al (1997) apud Ranzini (2004).

A área de estudo passou à tutela do Exército em 1944. Identificou-se que na sua origem, a mesma era utilizada com monoculturas como a cana-de-açúcar e o capim para alimentação de gado. Quanto à existência de traços de vegetação de Mata Atlântica nesta área, os documentos analisados retratam apenas a existência de pequenos fragmentos que representavam não mais que 10% da área original (Guimarães, 2008).

A Figura 03 mostra que a Temperatura Superficial (Ts) na área da microbacia do Riacho Catucá apresenta a predominância das tonalidades azuis nos dois momentos de análise. As temperaturas médias em 1988 indicam registros na faixa de 23,1°C – 24,0°C para o interior da área de estudo e de 25,1°C – 26°C para a área externa a mesma. Já no ano de 2007 as faixas de temperatura médias passam de 25,1°C – 26°C para a área interna e > 28,1°C para a área externa. Em consequência, constata-se que em 19 anos a variação da temperatura intra e extra microbacia passa de 1°C para 2,5°C.

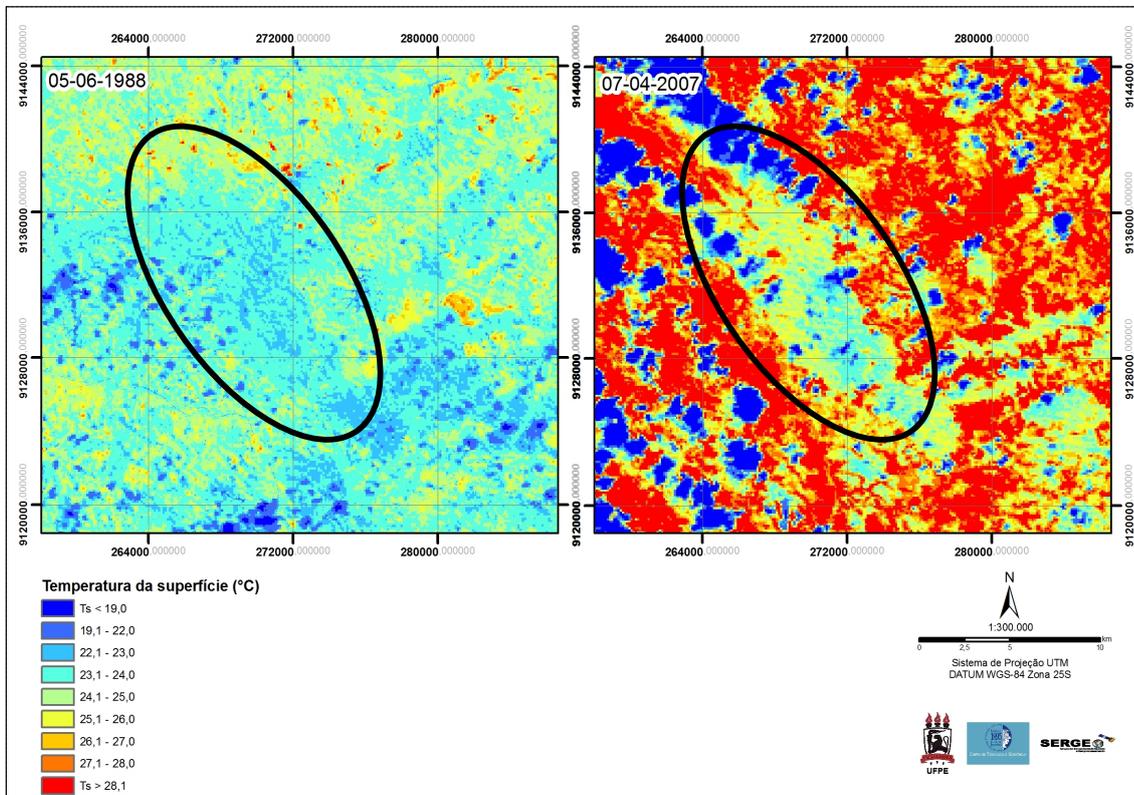


Figura 03 – Variação espacial da temperatura na Microbacia do Riacho Catucá nos anos de 1988 e 2007.

Na Figura 04, identificam-se os IAFs da microbacia do Riacho Catucá para os anos de 1988 e 2007. Observa-se que no ano de 2007 predominava na imagem valores de índices com parâmetros entre 1,21 – 1,50. Por sua vez, no ano de 1988, esta mesma área apresentava-se com parâmetros na faixa de 0,81 – 1,00. Logo, constata-se que no decorrer dos anos houve um aumento da quantidade de área ocupada por uma vegetação mais densa. Por outro lado, constata-se nas mesmas imagens que a qualidade ambiental, representada pelo IAF, piorou nas áreas situadas no entorno da microbacia.

Durante os trabalhos de campo, os residentes da área de estudo foram unânimes em afirmar que nos últimos 40 anos houve uma redução aparente nos picos de vazão do Riacho Catucá nos períodos de chuva. Afirmaram também que este manancial tem apresentado um comportamento de vazão mais estável, ou seja, com reduções de vazão menos perceptíveis nos períodos de estiagem.

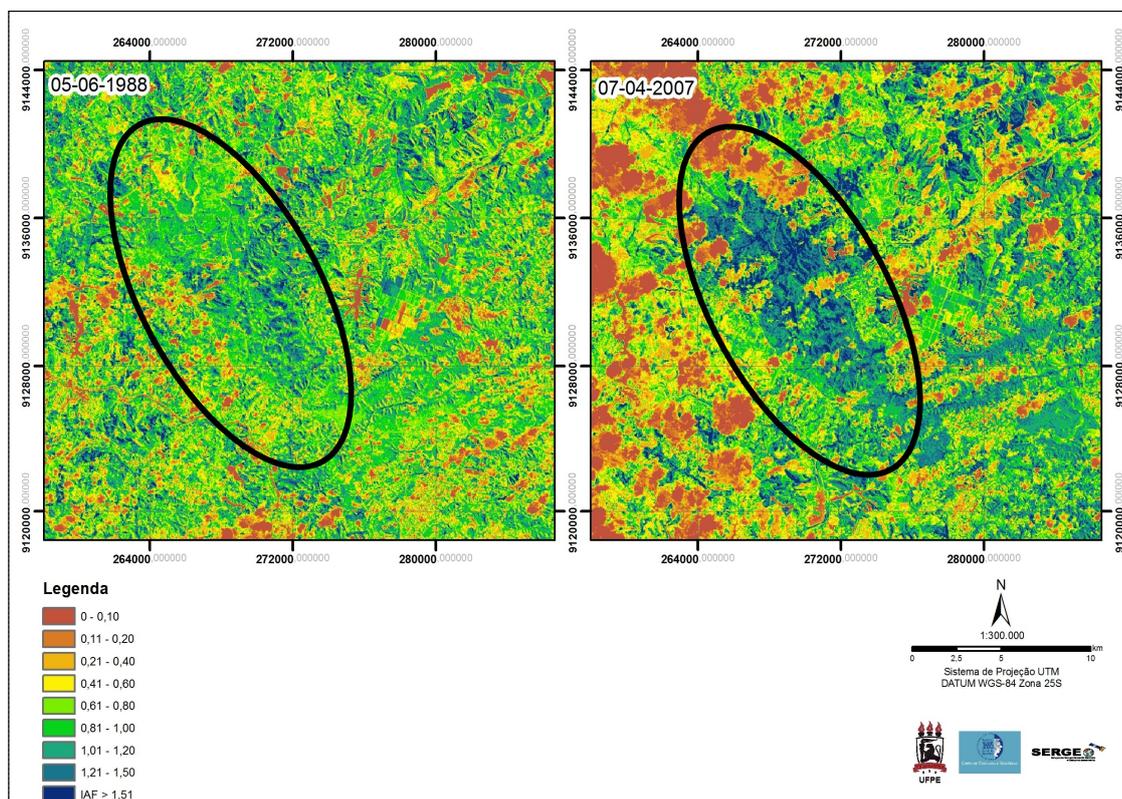


Figura04 – Índice de Área Foliar na Microbacia do Riacho Catucá nos anos de 1988 e 2007.

Ao se fazer análise do histórico de Ph dos mananciais que compõem o Sistema Botafogo, observa-se que de todos os riachos observados, apenas o Riacho Catucá não apresenta registros fora da faixa  $6 \leq \text{Ph} \leq 9$ , o qual representa o parâmetro para água bruta Classe 2 previsto na Resolução COMANA 357 (BRASIL, 2005). O Quadro 02 destaca os valores dos Ph das amostras nos mananciais.

Quadro 02. Histórico de Ph dos mananciais que compõem o Sistema Botafogo.

Riacho	2005	2006	(1º Sem) 2007	(2º Sem) 2007	2008
Catucá	7,5	6,0	7,3	7,4	7,0
Pilão	7,7	7,5	6,2	-	7,0
Cumbe	7,5	8,1	6,7	7,5	-
Conga	5,9*	-	4,6*	6,2	5,8*
Arataca	6,4	6,1	-	-	-
Tabatinga	6,1	4,5*	6,1	-	5,9*
Monjope	-	-	-	-	-

\* Em desconformidade para a classe 2 segundo a Resolução CONAMA 357/2005

#### 4. Conclusões

Os métodos de comparação da Temperatura Superficial por análise do balanço de radiação e de comparação do Índice de Área Foliar mostraram-se adequados ao estudo da evolução ambiental da microbacia.

Observa-se que a área da microbacia do Riacho Catucá apresenta temperaturas mais baixas que suas áreas adjacentes, evidenciando a melhoria da condição climática no interior da área estudada. As análises temporais e espaciais declinam uma maior variação relativa entre as Ts registradas no interior e no exterior da microbacia.

O método de comparação utilizando-se o Índice de Área Foliar mostrou-se adequado, evidenciando uma melhora dos índices e conseqüentemente um aumento da cobertura florestal.

Considerando a evidência da melhoria da condição ambiental da microbacia a partir da recuperação florestal, constatada pela melhoria do IAF e das Temperaturas de Superfície, concluiu-se pela sua contribuição na estabilização dos processos hidrológicos locais.

Estas constatações evidenciam o papel desempenhado pelo Exército no controle do desmatamento e na facilitação da regeneração florestal, sendo importante reconhecer esta contribuição à conservação ambiental no estado de Pernambuco, incorporando esta instituição no esforço de implementação da política florestal no estado de Pernambuco.

#### 5. Referências

ANTONIAZZI, Laura Barcellos. Oferta de serviços ambientais na agricultura. 2008. 91p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). Piracicaba. São Paulo.

BARTH, Flavio Terra et all. Recursos Hídricos – Conceitos Básicos e Fundamentos. São Paulo, 1999. Disponível em [http://galileu.ipb.ufrgs.br/mendes/HIP-78/Livros/F\\_Barth/Rec\\_Hidricos.PDF](http://galileu.ipb.ufrgs.br/mendes/HIP-78/Livros/F_Barth/Rec_Hidricos.PDF)

BORGES, Alexandre Chaboudt. Indicadores da qualidade e valoração dos benefícios ambientais no tratamento da água de bacias hidrográficas da Serra do Mar em Nova Friburgo. 2005. 91p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais, 2005.

Brasil, Conselho Nacional de Meio Ambiente, *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*. Resolução CONAMA n. 357, Brasília: 2005. Diário Oficial da União, 17 mar 2005.

Carreira, M. et al.. Estimativa do índice de área foliar e da biomassa aérea numa floresta tropical primária e secundária da região de Alta Floresta, Amazônia Matogrossense. Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais. 5º Congresso Florestal Nacional. Maio 2005. [//www.esac.pt/cernas/cfn5/docs/T2-28.pdf](http://www.esac.pt/cernas/cfn5/docs/T2-28.pdf). 04 Jan. 2011

COMPESA. Sistema de Abastecimento de Água na Região Metropolitana do Recife – Parte I. 2011. Disponível em <http://www.compesa.com.br/index.php?option=content&task=view&id=313&Itemid=3>

Guimarães, H.B.. Gestão ambiental em áreas sob tutela do Exército Brasileiro: o caso Campo de Instrução Marechal Newton Cavalcante – Pernambuco – Brasil. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2008. 118p. Dissertação de Mestrado.

LAMEPE. Médias históricas das chuvas de janeiro a dezembro para o estado de Pernambuco. Disponível em <http://www.itep.br/LAMEPE.asp>. Acessado em 10 de janeiro de 2011.

LIMA, Walter de Paula HIDROLOGIA FLORESTAL APLICADA AO MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Departamento de Ciências Florestais Piracicaba – São Paulo, 2008.

LINHARES, Karina Vieiraves Esquilos *Sciurus alphonsei* (Mammalia: Rodentia) como dispersores de *Attalea oleifera* (Arecaceae) em remanescente da Floresta Atlântica Nordestina, Brasil. Dissertação (Mestrado). UFPE. Recife. 2003.

MAIA, J. L. S. III Simpósio IPEF Silvicultura intensiva e o desenvolvimento sustentável. IPEF, Piracicaba, v. 8, n. 24, p. 1-89, 1992.

MELO, Adriano Lopes de. Serviços Ambientais Hidrológicos desempenhados por Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) da Mata Atlântica: marco teórico para o pagamento por serviços ambientais na bacia hidrográfica do rio São João – RJ. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, Rio de Janeiro, 2007.

NASCIMENTO, B. B.. Vulnerabilidade do sistema de abastecimento de água na Região Metropolitana do Recife: Intermitência e Poluição. Universidade Federal de Pernambuco (Dissertação de Mestrado). Recife. Brasil. 2003

Oliveira, T. & Galvíncio, J.. Caracterização ambiental da bacia hidrográfica do Rio Moxotó – PE usando sensoriamento remoto termal. RBGF- Revista Brasileira de Geografia Física Recife-PE. v.1 n.2, p. 30-49, Set/Dez, 2008.

Pernambuco. Secretaria de Recursos Hídricos de Pernambuco. Diagnóstico de Recursos Hídricos de Goiana. Cap 3 Vol. 2. Pernambuco. 2010.

Pfaltzgraff, Pedro Augusto dos Santos (coord.) Sistema de informações geoambientais da Região Metropolitana do Recife. Recife: CPRM, 2003.

Venturoli, F.; Felfili, J. e Fagg, C.W.. Dinâmica da regeneração natural em capoeira florestal estacional semidecidual sob o manejo florestal de baixo impacto. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 435-437, Jul. 2007.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.