

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO GEOGRAFIA E GESTÃO DO TERRITÓRIO

**VETORES DA MALÁRIA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO
RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA SERRA DO FACÃO,
GOIÁS**

BEATRIZ VIEIRA DOS SANTOS
UBERLÂNDIA/MG
2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil

S237v Santos, Beatriz Vieira dos, 1974 -
Vetores da malária na área de influência do reservatório da usina
hidrelétrica serra do Facão, Goiás / Beatriz Vieira dos Santos. - 2011.

72 f.: il.

Orientador: Samuel do Carmo Lima.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Inclui bibliografia.

1. Geografia - Teses. 2. Geografia ambiental - Teses. 3. Malária -
Teses. 4. Anopheles - Teses. I. Lima, Samuel do Carmo. II.
Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação
em Geografia. III. Título.

CDU:

910.1

BEATRIZ VIEIRA DOS SANTOS

**VETORES DA MALÁRIA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO
RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA SERRA DO FACÃO,
GOIÁS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de concentração: Geografia e Gestão do Território

Orientador: Prof. Dr. Samuel do Carmo Lima

**UBERLÂNDIA/MG
2011**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

BEATRIZ VIEIRA DOS SANTOS

**VETORES DA MALÁRIA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO
RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA SERRA DO FACÃO,
GOIÁS**

Prof. Dr. Samuel do Carmo Lima (Orientador)

Prof. Dr. Paulo Cezar Mendes

Prof. Dr. Edir de Paiva Bueno

Data: 20/ 12/ 2011

Resultado: Aprovada

Dedico

A minha família, em especial a minha filha Maria Eduarda, “minha flor de maravilha”, embora estive ausente em alguns momentos, todo o meu esforço e dedicação foi sempre pensando em você.

Razão do meu viver...

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e da sabedoria;

Aos meus queridos pais Bolivar e Maria Concebida; meus primeiros mestres, pelo amor incondicional e pela compreensão dos momentos que estive ausente. Amo muito vocês...

Ao Eduardo pelo apoio, incentivo e reconhecimento da importância deste mestrado para minha vida pessoal e profissional;

As minhas irmãs Bânia, Bruna, Betânia e a Dona Laura pelo zelo, carinho, pelas orações e por estarem sempre torcendo por mim;

Ao Prof. Dr. Samuel do Carmo Lima, meu orientador, por desde o início ter sido muito bem recebida ao laboratório, por aceitar me orientar, pelas suas valiosas orientações acrescidas sempre de amizade e muito respeito. Muito obrigada!

A Dra. Julia Araújo de Lima pelos ensinamentos e dedicação dispensada em todos os meus momentos de dúvidas e acima de tudo pela sua amizade. Pessoa como você é muito especial. Obrigada por tudo...

Ao Prof. Dr. Paulo Cesar Mendes pelo apoio, pelas suas contribuições e pelos momentos compartilhados durante essa pesquisa.

A doutoranda Maria Araci Magalhães, que de uma simples vizinha, se fez presente e se tornou grande amiga, obrigada pelo incentivo, pelo carinho e acima de tudo por me levar a conhecer o Prof. Dr. Samuel do Carmo Lima, meu orientador.

A Ms. Elisângela Rodrigues pelas suas contribuições, sempre que precisei esteve presente, obrigada pelo carinho que também é recíproco.

A Ms. Flávia de Oliveira pelas suas sugestões e pela sua simpatia em estar sempre disposta a ajudar.

A todos os colegas e amigos do LAGEM (Laboratório de Geografia Médica e Vigilância Ambiental em Saúde) da UFU que colaboraram com essa pesquisa: Amaral, Cristiane, Daniela Afonso, Elivaine, Felipe, Frederico, Igor, João Carlos, Marina, Meire, Nathália, Paulo Cândido, Paulo Henrique, Pedro Henrique e Suéllen, pelos bons momentos compartilhados durante os trabalhos de campo e pelo carinho de vocês;

As amigas do Zoológico Municipal Parque do Sabiá e da Secretaria Municipal de Meio Ambiente: Eliseu de Araújo Lima, Gisele Andraus e Mônica Diene, pelas trocas compartilhadas, pelos conselhos e pelos bons momentos que vivenciamos durante parte dessa minha trajetória de vida.

Ao Coordenador do Curso de Engenharia Ambiental, Prof. Dr. Hudson de Paula Carvalho, pelo apoio e compreensão das horas que precisei estar ausente e por ter possibilitado a conclusão desse meu mestrado.

A todos os amigos e colegas do ICIAG, em especial: Ana Carolina, Glaicon, Márcia Batistela, Marília, Maria Auxiliadora e Yara, obrigada pelas contribuições, pela força, pelo carinho e amizade de vocês.

Aos funcionários da Serra do Facão e aos proprietários das fazendas que permitiram a realização das capturas entomológicas.

Às secretárias do curso de pós-graduação em Geografia: Dilza, Cynara e João, por estarem sempre dispostas a auxiliar nos momentos de dúvidas.

Ao Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, pela realização da minha dissertação de mestrado.

A todos que de alguma forma estiveram presentes e contribuíram para o êxito dessa minha pesquisa.

.... *"Não devo parar por aqui, pois sinto que ainda tenho uma longa caminhada, porém acredito que tudo vem no momento certo!"*

RESUMO

A formação de lagos artificiais durante a construção de hidrelétricas modifica as condições naturais do local e com isto altera as condições de vida das populações tais como os padrões de desenvolvimento e propagação de doenças, destacando-se a proliferação de insetos do gênero *Anopheles*, vetores causadores da Malária. O objetivo geral desse trabalho foi estudar os impactos ambientais da construção da Usina Hidrelétrica Serra do Facão, em Goiás, sobre a fauna anofélica na área de influência do seu reservatório, nos seis pontos pré-selecionados, a fim de avaliar os riscos de transmissão autóctone da malária. Os objetivos específicos deste trabalho foram: identificar a densidade e a diversidade das espécies de anofelinos capturados e sua distribuição espacial e diagnosticar as alterações ambientais decorrentes da construção da UHE Serra do Facão que influenciaram a densidade e a diversidade dos vetores da malária, assim como sua distribuição temporal. A pesquisa foi realizada no reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Serra do Facão em Goiás, em seis pontos pré-selecionados (ponto 1, 2, 3, 4, 5 e 6) no período de agosto de 2008 a julho de 2011. Utilizou-se como metodologia a captura dos insetos anofelinos através de armadilhas Shannon e armadilhas CDCs durante o anoitecer. As capturas ocorreram nos seguintes períodos: antes do desmatamento da área a ser inundada, durante o desmatamento e enchimento do reservatório e após o enchimento do reservatório. As espécies mais abundantes foram: *Anopheles darlingi* e *Anopheles albitalis*, vetores primários da malária. A fauna anofélica variou tanto na densidade quanto na diversidade de espécies nos diferentes pontos de captura. As espécies foram mais abundantes no período anterior ao desmatamento da área a ser inundada (43,9%) e após o enchimento do reservatório (30,24%).

Palavras-Chave: Malária, Anofelinos, Usina Hidrelétrica, Vigilância entomológica.

ABSTRACT

The formation of artificial lakes during the construction of dams modify the natural surroundings and this changes the conditions of life such as patterns of development and spread of diseases, especially the proliferation of the insect population of the *Anopheles* genus, vectors responsible for malaria. The aim of this study was to study the environmental impacts of construction of the Hydroelectric Power Saw Knife in Goiás on the *Anopheles* fauna in the area of influence of the reservoir in six pre-selected points in order to assess the risk of indigenous transmission of malaria. The specific objectives of this study were to identify the density and diversity of *Anopheles* species captured and their spatial distribution and diagnose environmental changes resulting from the construction of the UHE Serra Facão influencing the density and diversity of malaria vectors, as well as its temporal distribution. The survey was conducted in the reservoir of the Hydroelectric Power Plant (HPP) Sierra Facão in Goiás, in six pre-selected points (point 1, 2, 3, 4, 5 and 6) from August 2008 to July 2011. Methodology was used as the capture of insects by anopheline Shannon traps and CDC traps during the evening. The catch occurred during the following periods: before the deforestation of the area to be flooded during the clearing and filling of the reservoir and after filling the reservoir. The most abundant species were: *Anopheles darlingi* and *Anopheles albitalis* primary vectors of malaria. The anopheline fauna varied both in density and diversity of species in different capture points. The species were more abundant in the period prior to the deforestation of the area to be flooded (43.9%) and after filling the reservoir (30.24%).

Keywords: Malaria, *Anopheles*, Hydroelectric, Entomological Surveillance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES (FIGURAS)

Figura1: Fêmea de <i>Anopheles</i> alimentando-se de sangue humano.....	19
Figura 2: Mecanismo de transmissão e ciclo de vida do <i>Plasmodium</i>	20
Figura 3: Distribuição mundial da malária em 2009.	22
Figura 4: Distribuição da malária no Brasil em 2009.....	23
Figura 5: Localização da área de estudo do reservatório da UHE Serra do Facão, Catalão, GO	26
Figura 6: Foto do Canteiro de obras e a área de influência da UHE Serra do Facão, GO.....	26
Figura7: Mapa de localização dos seis pontos de captura dos anófeles na área de influência da UHE Serra do Facão, GO.....	27
Figura 8: Local de realização de captura no Ponto 1, na Serra do Facão, GO (a) área de mata degradada, (b) local de instalação da armadilha Shannon.....	29
Figura 9: Novo local de captura do Ponto 1.....	29
Figura 10: Novo local de instalação da armadilha Shannon no Ponto 1, na Serra do Facão, GO.....	30
Figura 11: Local de realização de captura no Ponto 2, na Serra do Facão, GO (a) Ponte das Carapinas, (b) área de mata.....	31
Figura 12: Novo local de captura do Ponto 2	31
Figura 13: Nova Ponte dos Carapinas localizada no Ponto 2.....	32
Figura 14: Novo local de instalação da armadilha Shannon no Ponto 2, na Serra do Facão, GO.....	32
Figura 15: Local de captura do Ponto 3.....	33
Figura 16: Local de realização de captura no Ponto 3, na Serra do Facão, GO.....	34
Figura 17: Local de instalação das armadilhas: Shannon e CDC, no Ponto 3, na Serra do Facão, GO.....	34
Figura 18: Novo local de instalação das armadilhas no Ponto 3, na Serra do Facão, GO.....	34

Figura 19: Local de realização de captura no Ponto 4, na Serra do Facão, GO (a) vista da área externa do local de captura , (b) área de instalação da Shannon.....	35
Figura 20: Novo local de captura do Ponto 4.....	36
Figura 21: Novo local de instalação das armadilhas: Shannon e CDC no Ponto 4, na Serra do Facão, GO.....	36
Figura22: Local de realização de captura no Ponto 5, na Serra do Facão, GO (a) área do curral e sede da fazenda, (b) remanescente de mata.....	37
Figura 23: Local de captura do Ponto 5.....	37
Figura 24: Local de instalação das armadilhas: CDCs e Shannon, no Ponto 5, na Serra do Facão, GO.....	38
Figura 25: Local de realização de captura no Ponto 6, na Serra do Facão, GO (a) vista total da área, (b) Balsa Manoel Souto.....	39
Figura 26: Local de captura do Ponto 6.....	39
Figura 27: Nova localização do Ponto 6, na Serra do Facão, GO.....	40
Figura 28: Novo local de instalação das armadilhas: Shannon e CDC, no Ponto 6, na Serra do Facão, GO.....	40
Figura 29: Armadilha tipo Shannon (a) armadilha com fonte de luz no interior, (b) vista total da armadilha.....	42
Figura 30: Tubo de Sucção – Capturador de Castro (a) visão geral do capturador de Castro, (b) forma de utilização do capturador de Castro.....	43
Figura 31: Armadilha CDC (Center on Disease Control) (a) visão geral da armadilha CDC, (b) armadilha CDC próxima ao galinheiro.....	43
Figura 32: Aparelho Termo-higrômetro.....	44
Figura 33: Identificação dos Anofelinos no laboratório.....	45
Figura 34: Espécies de Anofelinos capturados na área de influência do UHE Serra do Facão,GO.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Anofelinos capturados na área de influência do UHE Serra do Facão, GO no Ponto 1.....	47
Tabela 2: Anofelinos capturados na área de influência do UHE Serra do Facão, GO no ponto 2.....	48
Tabela 3: Anofelinos capturados na área de influência do UHE Serra do Facão, GO no ponto 3.....	49
Tabela 4: Anofelinos capturados na área de influência do UHE Serra do Facão, GO no ponto 4.....	49
Tabela 5: Anofelinos capturados na área de influência do UHE Serra do Facão, GO no ponto 5	50
Tabela 6: Anofelinos capturados na área de influência do UHE Serra do Facão, GO no ponto 6.....	50
Tabela 7: Número total de anofelinos capturados em cada ponto na área de influência do UHE Serra do Facão/GO.....	50
Tabela 8: Distribuição temporal do número de anofelinos capturados de acordo com as espécies, na UHE Serra do Facão, GO.....	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Nomeação e coordenadas geográficas dos seis pontos de captura dos anofelinos na UHE Serra do Facão, Catalão, GO.....	28
Quadro 2: Escala da força dos ventos de Beaufort.....	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Anófeles capturados de acordo com a temperatura (T°C) e umidade relativa do ar (UR%) no Ponto 1 (Canteiro de obras) no período de agosto de 2008 a junho de 2011 na área de influência da UHE Serra do Facão – GO.....	56
Gráfico 2: Anófeles capturados de acordo com a temperatura (T°C) e umidade relativa do ar (UR%) no Ponto 2 (Ponte dos Carapinas) no período de agosto de 2008 a junho de 2011 na área de influência da UHE Serra do Facão – GO	57
Gráfico 3: Anófeles capturados de acordo com a temperatura (T°C) e umidade relativa do ar (UR%) no Ponto 3 (Alto dos Carapinas) no período de agosto de 2008 a junho de 2011 na área de influência da UHE Serra do Facão – GO	58
Gráfico 4: Anófeles capturados de acordo com a temperatura (T°C) e umidade relativa do ar (UR%) no Ponto 4 (Balsa Porto Pacheco) no período de setembro de 2008 a julho de 2011 na área de influência da UHE Serra do Facão – GO.....	59
Gráfico 5: Anófeles capturados de acordo com a temperatura (T°C) e umidade relativa do ar (UR%) no Ponto 5 (Fazenda Rancharia) no período de setembro de 2008 a julho de 2011 na área de influência da UHE Serra do Facão – GO	61
Gráfico 6: Anófeles capturados de acordo com a temperatura (T°C) e umidade relativa do ar (UR%) no Ponto 6 (Balsa Manoel Souto) no período de setembro de 2008 a julho de 2011 na área de influência da UHE Serra do Facão – GO	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APM	Aproveitamento Múltiplo de Manso
CDC	Center on Disease Control
GPS	Global Positioning System
LAGEM	Laboratório de Geografia Médica e Vigilância Ambiental em Saúde
SEFAC	Serra do Facão Energia S.A
UHE	Usina Hidrelétrica

SUMÁRIO

Folha de rosto	i
Folha de aprovação	ii
Dedicatória	iii
Agradecimentos	iv
Resumo	vi
Abstract.....	vii
Lista de ilustrações (figuras)	viii
Lista de tabelas	x
Lista de quadros	xi
Lista de gráficos.....	xii
Lista de abreviaturas e siglas	xiii
Sumário.....	xiv
1. Introdução	15
2. Material e Métodos.....	25
2.1 Caracterização da área de estudo.....	25
2.2 Procedimentos de campo.....	41
2.3 Procedimentos de laboratório.....	45
3. Resultados e Discussões	46
3.1 Distribuição Espacial.....	47
3.2 Distribuição Temporal.....	53
4. Conclusões.....	65
Referências	

1. INTRODUÇÃO

As usinas hidrelétricas são importante fonte de energia elétrica, sendo responsáveis por 18% da produção mundial. As nações que possuem grande potencial hidráulico são Estados Unidos, Canadá, Brasil, Rússia e China. No Brasil, mais de 95% da energia elétrica produzida é proveniente de usinas hidrelétricas (BRASIL, 2011).

O Brasil possui grandes riquezas naturais e imenso potencial hidroenergético, o grande desafio da sociedade brasileira é aprender a usufruir desses recursos de forma sustentável, sem causar expressivos prejuízos ao meio ambiente. Além disso, deve-se levar em consideração fatores como a minimização de impactos sobre a saúde humana e outros aspectos que propiciam a melhoria da qualidade de vida da população (MOURA, 2001).

A construção de usina hidrelétrica traz à tona discussões que englobam várias questões tanto relacionadas ao meio ambiente quanto a saúde pública. Entre os benefícios gerados pela construção de uma hidrelétrica destaca-se o baixo custo de produção, a produção de energia renovável, a baixa emissão de poluentes, o controle da vazão dos rios, a irrigação para agricultura, entre outros. Por outro lado, a construção e a utilização de usinas podem ter uma série de consequências negativas, que abrangem desde alterações nas características climáticas, hidrológicas, geomorfológicas locais e até mesmo impactos biológicos que afetam a fauna e flora terrestres do local e a saúde da população (PONTES, 2009).

A formação de lagos artificiais durante a construção de hidrelétricas modifica as condições naturais do local e com isto altera as condições de vida da população tais como os padrões de desenvolvimento e propagação de doenças. Essas modificações ambientais geram condições favoráveis à proliferação de vetores trazendo agravos para a saúde humana (REY, 1991). Estudos realizados no Brasil e vários outros países têm demonstrado que a formação dos lagos para a geração de energia pode propiciar o aumento dos riscos de doenças causadas por vetores. Esse aumento pode ocorrer devido ao novo ambiente formado, pois antes da formação do lago existia um controle natural dos insetos, sendo que no período das chuvas mantinham-se a presença de criadouros em abundância, enquanto que no período de estiagem ocorria a diminuição desses criadouros e consequentemente a redução do número de insetos. Com a formação do lago o que pode ocorrer é a

perenização desses criadouros e em certos lugares da margem do lago podem ser criados ambientes favoráveis a ovoposição de mosquitos como os flebotomíneos, que têm preferência por ambientes mais úmidos e com acumulação de matéria orgânica, ou ainda, dos mosquitos Aeds, Culex e Anopheles que preferem locais rasos, com águas paradas e sombreadas (FERRETE, 2004).

Entre as principais interferências diretas e indiretas que a construção de uma hidrelétrica pode causar, destaca-se a proliferação da população de insetos do gênero *Anopheles*, que ocasiona o aumento na incidência de casos de Malária. Este fato tem sido constatado em muitos empreendimentos (PONTES, 2009).

Em estudos realizados na década de 90, na Rondônia, na Usina Hidrelétrica de Samuel, foi constatada a prevalência total de *Anopheles darlingi*, principal vetor da malária, nesse tipo de empreendimento (TADEI; THATCHER, 2000). Vários outros trabalhos também já demonstraram que, com o aumento da lâmina d'água, os reservatórios podem ser um diferencial para a proliferação de anofelinos, a exemplo dos reservatórios de Itaipu (TEODORO et al., 1995), Igarapava (TUBAKI et al., 2004) e Serra da Mesa (GUIMARÃES et al., 2004).

Durante um estudo realizado em uma área não endêmica da malária, no município de Uberlândia, MG, nas áreas de implantação das barragens das Usinas Hidrelétricas Capim Branco I e Capim Branco II (atualmente Amador Aguiar I e II), na bacia do Rio Araguari, foram capturados e identificados 13 espécies de *Anopheles* e dentre essas espécies um grande número de exemplares de *Anopheles darlingi* e *Anopheles albitalis*, que são duas das cinco principais espécies consideradas vetoras da malária no Brasil. Esse estudo mostra mais uma vez a importância do monitoramento desses vetores mesmo não estando localizado em áreas consideradas de transmissão ativa dos plasmódios (FERRETE, 2004).

Os *Anopheles*, vetores da malária, são insetos dípteros, pertencentes ao Filo Arthropoda, da Família Culicidae, Subfamília Anophelinae, da tribo Anophelini, do Gênero *Anopheles* (REY, 1992). São também denominados de mosquito prego, carapanã, muriçoca, sovela ou bicudo; geralmente medem cerca de menos de um centímetro de comprimento ou envergadura, apresentando o corpo delgado e longas pernas, o que lhes atribui também o nome de pernilongo (BRASIL, 2005).

São mosquitos de hábitos crepusculares e noturnos que, ao entardecer, as fêmeas vão em busca de fontes alimentares que incluem as aves, os mamíferos e

inclusive o homem. Durante o dia se encontram em lugares bastante iluminados, dispostos ao vento e aos seus inimigos naturais; e nestes lugares ocorre um maior grau de umidade durante as horas quente do dia. Os abrigos situados próximos aos criadouros, geralmente são constituídos por arbustos e lugares de vegetação densa; oco de árvores; espaços sob raízes e troncos caídos; ou sob rochas; em grutas ou buracos de animais (REY, 1992).

As fêmeas dos anofelinos põem seus ovos em água parada ou com pequena correnteza, geralmente sombreada e limpa; existem ainda algumas espécies que necessitam da insolação direta sobre seus ovos e de certo grau de salinidade na água para se eclorem. Nos criadouros, os ovos após 2 a 4 dias de ovoposição dão origem as larvas, que passam por quatro estágios (dura em média de 10 a 20 dias). Depois se transformam em pupa, que após 1 a 4 dias darão origem aos mosquitos, que permanecerão em repouso sobre a exúvia e posteriormente abandonam a água procurando lugar para se abrigarem até o momento da alimentação ou acasalamento. Portanto, o anofelino tem uma fase de vida aquática (ovos, larva e pupa) e uma fase aérea, o alado (BRASIL, 2005).

A longevidade dos anófeles está relacionada a fatores genéticos próprios de cada espécie (fisiologia) e a fatores ecológicos muito variados, tais como a alimentação durante a fase larvária e adulta, a atividade desenvolvida pelos alados, a ação da temperatura e da umidade, efeitos dos ventos, das chuvas, dos predadores, etc. No caso da temperatura o ideal varia entre 20° C e 33° C, e a umidade relativa entre 40% a 80% (REY, 1992).

O Gênero *Anopheles* compreende cerca de 400 espécies de anofelinos, dos quais apenas um número reduzido apresenta importância na epidemiologia da Malária (REY, 1992).

No Brasil são cinco as espécies consideradas vetores primários da Malária, algumas pertencentes ao subgênero *Nyssorhynchus*: *Anopheles darlingi*, *Anopheles aquasalis* e *Anopheles albitarsis*, e outras duas pertencentes ao subgênero *Kerteszia*: *Anopheles cruzii* e *Anopheles bellator* (BRASIL, 2005; CONSOLI; OLIVEIRA, 1998).

O principal vetor do agente patogênico da Malária no Brasil é o *Anopheles darlingi* descrito por Root (1926), ele possui seus criadouros em águas limpas, profundas, pouco turvas e ensolaradas ou parcialmente sombreadas. Suas larvas e

pupas geralmente habitam as margens, escondidas entre a vegetação emergente ou flutuante e os detritos vegetais caídos na superfície líquida. Embora essa espécie seja mais encontrada em áreas de baixas altitudes, associado aos grandes cursos de água e florestas do interior, também ocorre no litoral. No Brasil, só não é encontrado nas áreas secas do Nordeste, no extremo Sul e nas áreas de elevadas altitudes (CONSOLI; OLIVEIRA, 1998).

O *Anopheles aquasalis* descrito por Curry (1932), são mais encontrados no litoral, em águas dotadas de certa salinidade, podendo ocorrer também em regiões do Brasil que distam mais de 100 Km do litoral, em locais onde o solo é rico em cloretos como em algumas áreas do Sertão Nordestino ou em terrenos que sofrem invasão das marés (CONSOLI; OLIVEIRA, 1998).

O *Anopheles albitalis* descrito por Lynch-Arribálzaga (1878), possui criadouros nos mais variados tipos de coleções líquidas, temporários ou não, naturais ou artificiais, expostos à luz ou sombreados. Está amplamente distribuído pelo Brasil, ocorrendo em áreas de planícies e baixadas, abundante também nos planaltos, tornando-se raro à medida que se avança para terrenos com fortes declives ou para dentro das florestas (CONSOLI; OLIVEIRA, 1998).

O *Anopheles bellator* descrito por Dyar e Knab (1906), é restrito ao litoral brasileiro, indo do Rio Grande do Sul até os estados nordestinos (Paraíba). Utiliza como criadouros as bromélias ruprestes, epífitas ou terrestres, expostos aos raios solares, tendo preferência pelos gravatás de maior tamanho que permite o acúmulo de maior quantidade de água nas axilas de suas folhas (CONSOLI; OLIVEIRA, 1998).

O *Anopheles cruzii* descrito por Dyar e Knab (1906), também conhecido como um dos vetores da “Malária de Bromélias”, ocorre no litoral de São Paulo e existiu de forma endêmica, de São Paulo ao Rio Grande do Sul. Adaptou-se a ovipor nas bromélias epífitas e terrestres, mas situadas em locais protegidos dos raios solares, ou seja, na sombra produzida pelas copas das árvores; e embora com menor freqüência, também pode ser encontrado em gravatás ruprestes e/ou expostos aos raios solares (FORATTINI, 2002; CONSOLI; OLIVEIRA, 1994).

Além dessas espécies consideradas vetoras primárias, existem aquelas que ocorrem naturalmente infectadas em alguma área endêmica de malária, por isso são denominadas como secundárias na transmissão da doença, como por exemplo:

Anopheles oswaldoi, *Anopheles triannulatus*, *Anopheles evansae*, *Anopheles galvaoi*, entre outras (CONSOLI; OLIVEIRA, 1998).

Os anofelinos estão incluídos entre os principais mosquitos de importância sanitária no Brasil, devido ao fato de serem vetores da Malária ou Paludismo (do italiano Mal aria – ar ruim e do francês Palus – água estagnada, sinônimo de pântano), que até o final do século XIX era tida como uma doença dos pântanos, transmitidas por miasmas que emanavam das águas putrefadas (LIMA; GUIMARÃES, 2007).

A malária é uma doença infecciosa, parasitária, febril e aguda, transmitida por meio da picada de fêmeas de *Anopheles* infectados por parasitas do Gênero *Plasmodium* (REY, 1991) (Figura 1).

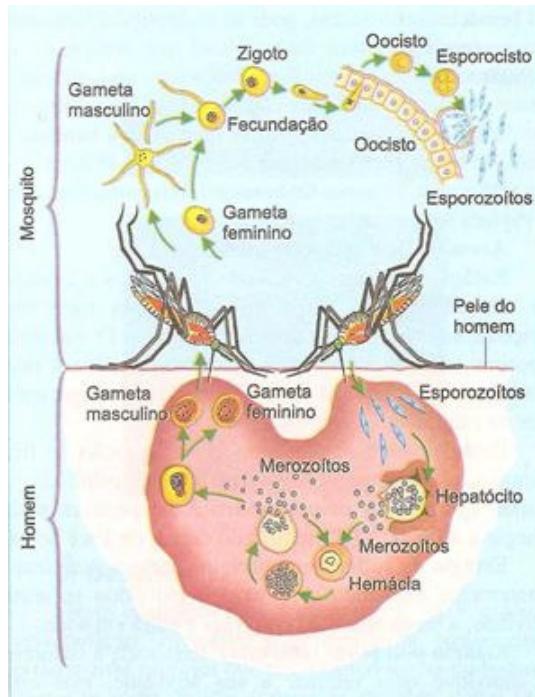
A transmissão natural ocorre quando fêmeas de *Anopheles* parasitadas com esporozoítos de *Plasmodium* em suas glândulas salivares, depositam junto com a saliva, esporozoítos na derme do hospedeiro (o homem) durante o repasto sanguíneo. Logo depois o esporozoíto penetra na corrente sanguínea do hospedeiro multiplicando-se no fígado de forma intensa e constante (MEDICA; SINNIS, 2005) (Figura 2).

Figura 1. Fêmea de *Anopheles* alimentando-se de sangue humano



Fonte: CHEERS, 2005

Figura 2. Mecanismo de transmissão e ciclo de vida do *Plasmodium*



Fonte: MUELLER et al., 2009

Além de ocorrer a transmissão natural da malária pela picada do mosquito anofelino, essa doença também pode ser transmitida através da transfusão de sangue de pessoas infectadas, pelo transplante de órgãos, pelo uso compartilhado de seringas por usuários de drogas endovenosas e através da transmissão congênita (da gestante para o filho) antes ou durante o parto (BRASIL, 2005).

As quatro espécies reconhecidas de *Plasmodium* que infectam o homem são: *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae* e o *Plasmodium ovale*. Todas essas espécies de *Plasmodium* atacam as células do fígado e hemácia que são destruídas ao serem utilizados para a reprodução do parasita (FERREIRA, 2006). O período de incubação varia de acordo com a espécie, sendo que o *P. falciparum* possui um período de incubação de 9 a 14 dias, o *P. vivax* de 7 a 12 dias e o *P. malariae* de 18 a 40 dias (DE CARLI, 2007).

O quadro clínico típico da Malária é caracterizado por febre alta, acompanhada de calafrios, sudorese e cefaléia, que ocorrem geralmente em padrões cíclicos, dependendo da espécie de *Plasmodium* infectante. Em alguns casos aparecem sintomas podrômicos como náuseas, vômitos, astenia, fadiga e anorexia (DUNAVAN, 2006). Essas manifestações clínicas podem ser leve,

moderada ou grave, dependendo da espécie do parasita, da quantidade de parasitas circulantes, do tempo de doença e do nível de imunidade adquirida pelo parasita (BRASIL, 2010).

As infecções por *P.falciparum* produzem as formas mais graves e letais da doença, podendo ocorrer intensa anemia, hipoglicemias, icterícia, distúrbios neurológicos, insuficiência renal, insuficiência pulmonar e distúrbios da coagulação sanguínea, que atuando em conjunto são responsáveis pela evolução das complicações da doença (DE CARLI, 2007).

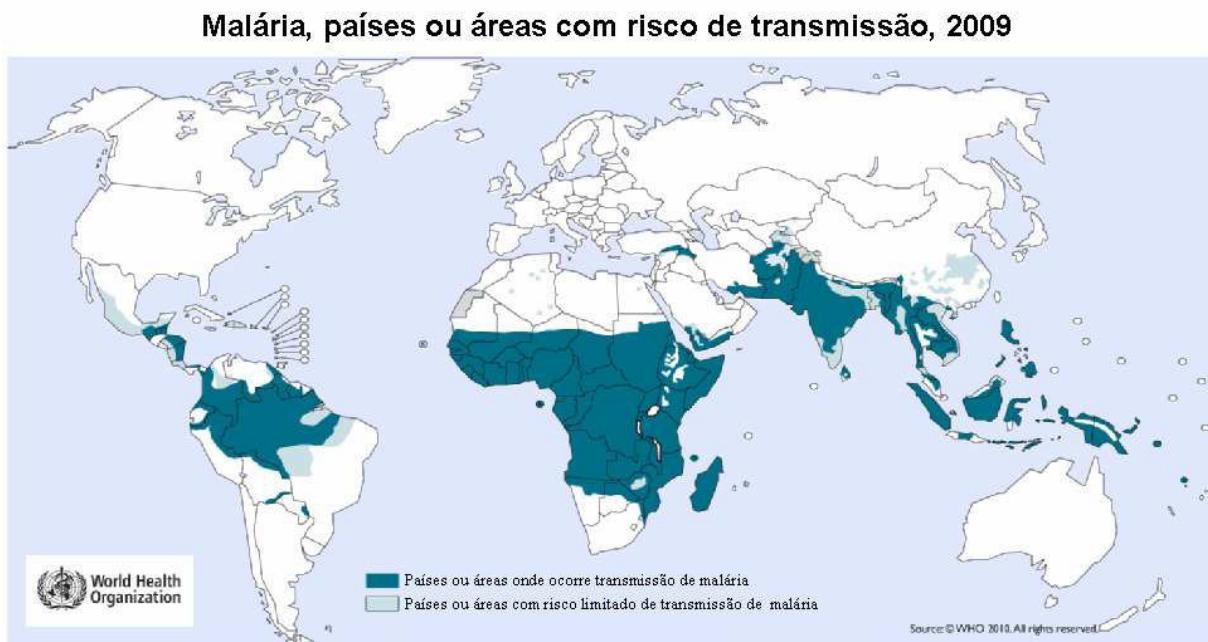
Os agentes etiológicos da Malária mais encontrados são: *P. vivax* e *P. falciparum*, sendo que na África, América Central, Caribe e América do Sul predominam o *P. falciparum* e na Ásia e Oceânia o *P.vivax* (LIMA, 2007).

Em relatório mundial sobre a malária, elaborado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) em 2010, houve uma estimativa de que existe 106 países endêmicos da malária (Figura 3), destes a grande maioria se localiza em áreas tropicais e subtropicais, onde a temperatura e a pluviosidade propiciam o desenvolvimento do parasita nos anofelinos (OMS, 2010).

De acordo com a OMS, cerca de 250 milhões de casos ocorrem anualmente, provocando a mortalidade de quase um milhão de pessoas, principalmente de crianças na África Subssariana, onde uma em cada cinco crianças morrem devido aos efeitos patológicos da doença, sendo registrada nessa área, uma morte a cada 30 segundos; dados estes bastante expressivos que demonstram a importância do controle e prevenção dessa doença (OMS, 2010).

Nas Américas e no Caribe, 15,97% da população (cerca de 144 milhões de pessoas), em 21 países, residem em áreas onde existe algum risco ecológico de transmissão da malária (OPS, 2007).

Figura 3. Distribuição Mundial da malária em 2009



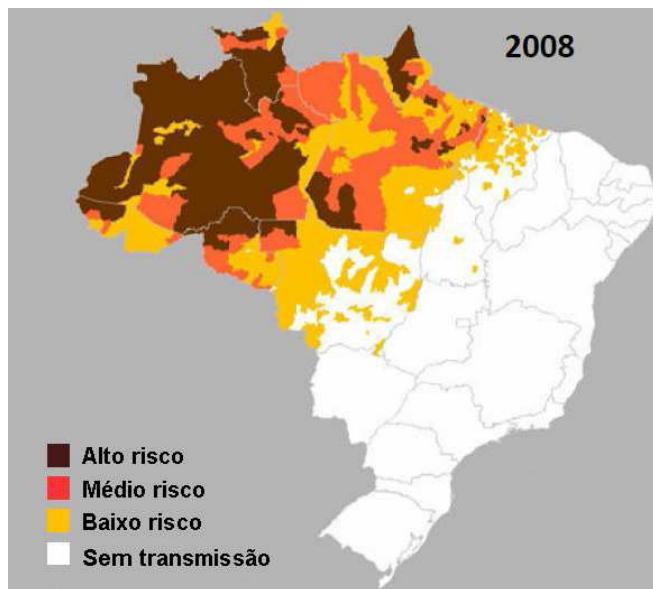
Fonte: OMS, 2010

No Brasil, embora nos últimos anos tenha ocorrido um declínio no número absoluto de casos de malária (de 2008 para 2009 houve uma redução de 2,8%), ainda continuou superior a 300.000 casos no ano. Destes, 99,8% foram transmitidos nos estados da Amazônia Legal (Amazônia, Acre, Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins), sendo o *Plasmodium vivax* responsável por 90% dos casos. A transmissão da doença nessas regiões está associada principalmente às condições ambientais, econômicas e sócio-culturais das populações (SIVEP, 2009) (Figura 4).

Além das áreas consideradas endêmicas da malária, observou-se nos últimos anos, a ocorrência de surtos epidêmicos em diversos estados não-Amazônicos, entre eles; Ceará, Piauí, Espírito Santo e Minas Gerais (LIMA, 2007).

No estado de Minas Gerais, no ano de 2005, nos municípios do Prata e Monte Alegre de Minas, um indivíduo portador da malária (forma assintomática), proveniente do estado do Pará, serviu como fonte de infecção à fauna anofélida local, resultando em treze indivíduos infectados, que residiam na área do rio Tijuco, onde o indivíduo portador da malária teria ido pescar dias anteriores (UBERLÂNDIA, 2005).

Figura 4. Distribuição da malária no Brasil em 2009



Fonte: SIVEP, 2009

Analizando os casos encontrados de Malária, verifica-se que essa doença ainda continua sendo um problema de saúde pública no Brasil, ocorrendo tanto em áreas consideradas endêmicas como em áreas não endêmicas. E sendo a Malária uma doença que ocorre em várias regiões, torna-se necessário a vigilância entomológica. Essa vigilância envolve uma contínua observação e avaliação de informações originadas das características biológicas e ecológicas dos vetores, nos níveis das interações com hospedeiros humanos e animais reservatórios, que proporcionam o conhecimento para detecção de qualquer mudança no perfil de transmissão das doenças (GOMES, 2002). A investigação, levantamento e monitoramento entomológico são metodologias utilizadas nesse processo, sendo de grande relevância no controle e/ou prevenção de doenças. Portanto, o estudo de vetores mesmo em áreas consideradas não endêmicas é de suma importância, visto que, o aparecimento de indivíduos doentes provenientes de outras regiões pode funcionar como fonte de infecção da fauna anofélica local e, desse modo, há o risco do surgimento de surto epidêmico. Diante disso, conhecer, estudar e monitorar a fauna anofélica existente na área de construção da barragem da Usina Hidrelétrica (UHE) Serra do Facão em Goiás - Brasil, faz -se necessário, visto que modificações das condições naturais através das intervenções humanas sobre o meio ambiente

causam impactos ambientais que podem favorecer o risco do aumento da doença causada por esses transmissores.

O objetivo geral desse trabalho foi estudar os impactos ambientais da construção da Usina Hidrelétrica Serra do Facão, em Goiás, sobre a fauna anofélica na área de influência do seu reservatório, nos seis pontos pré-selecionados, a fim de avaliar os riscos de transmissão autóctone da malária. Para tanto, os objetivos específicos foram: identificar a densidade e a diversidade das espécies de anofelinos capturados e sua distribuição espacial; diagnosticar as alterações ambientais decorrentes da construção da UHE Serra do Facão que influenciaram a densidade e a diversidade dos vetores da malária, assim como sua distribuição temporal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

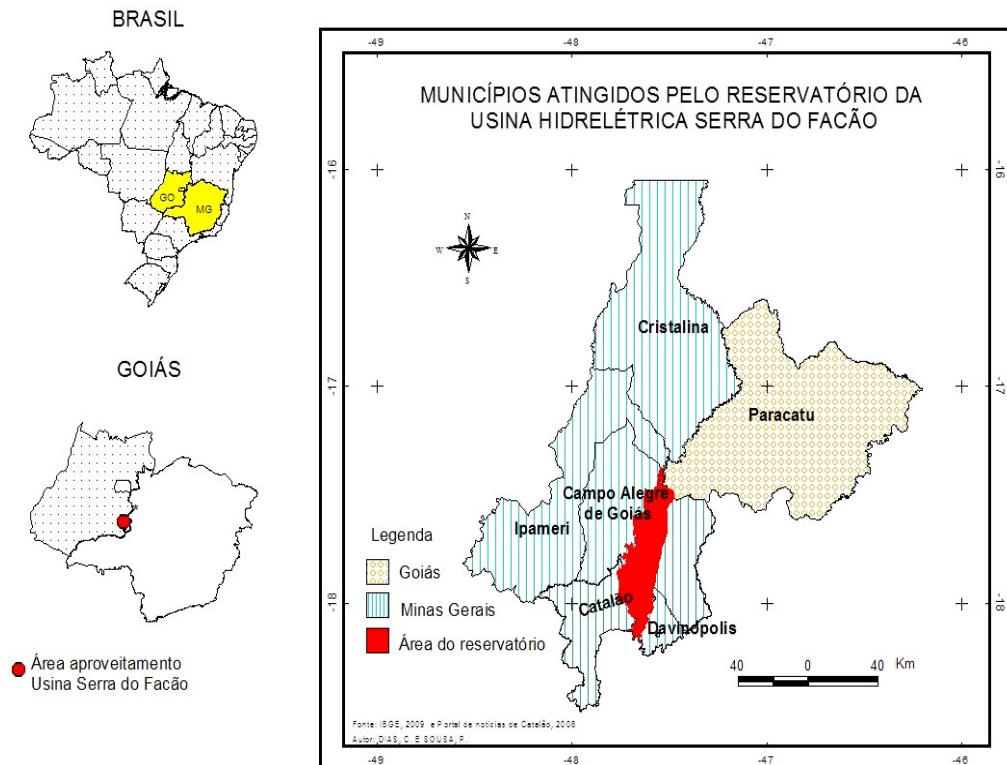
O estudo foi realizado na área de influência da UHE Serra do Facão, localizado na bacia do rio São Marcos, sub-bacia do rio Paranaíba, bacia do rio Paraná, na divisa dos estados de Goiás e Minas Gerais, na microrregião sudeste de Goiás, nas coordenadas 18° 04' de latitude Sul e 47° 40' de longitude Oeste, ficando aproximadamente 58 km de distância da área urbana da cidade de Catalão. O empreendimento é de responsabilidade da Serra do Facão S.A., Alcoa Alumínio S.A., Camargo Côrrea Energia e DME Energética.

A obra da barragem foi iniciada em 2007, e o reservatório abrange áreas dos seguintes municípios goianos: Catalão (72,8%); Campo Alegre de Goiás (22,4%); Cristalina, (0,6%); Davinópolis, (0,4%) e Ipameri (0,1%) e em Minas Gerais: o município de Paracatu (3,7%). A área do reservatório da UHE Serra do Facão é de 256Km², em sua cota máxima de inundação (Figura 5 e 6).

O estudo teve início com o levantamento das características físico, vegetativa e topográfica da área do reservatório. As áreas para monitoramento de vetores foram definidas a partir de critérios ambientais e de proteção epidemiológica das populações na área diretamente afetada pelo UHE Serra do Facão. Como critérios ambientais utilizou-se dos seguintes parâmetros: presença de nichos ecológicos relacionados à mata e ao cerrado, a presença de nichos ecológicos relacionados a ambientes antropizados e as áreas localizada em posição topográfica acima e abaixo da cota máxima de inundação do reservatório. Já os critérios de proteção epidemiológica das populações foram baseados nos locais de maior densidade demográfica.

De acordo com esses critérios foram estabelecidos os seguintes pontos de captura: Canteiro de obras, Ponte dos Carapinas, Alto dos Carapinas, Balsa Porto Pacheco, Fazenda Rancharia e Balsa Manoel Souto (Quadro 1 e Figura 7).

Figura 5: Localização da área de estudo do reservatório da UHE Serra do Facão,
Catalão, GO



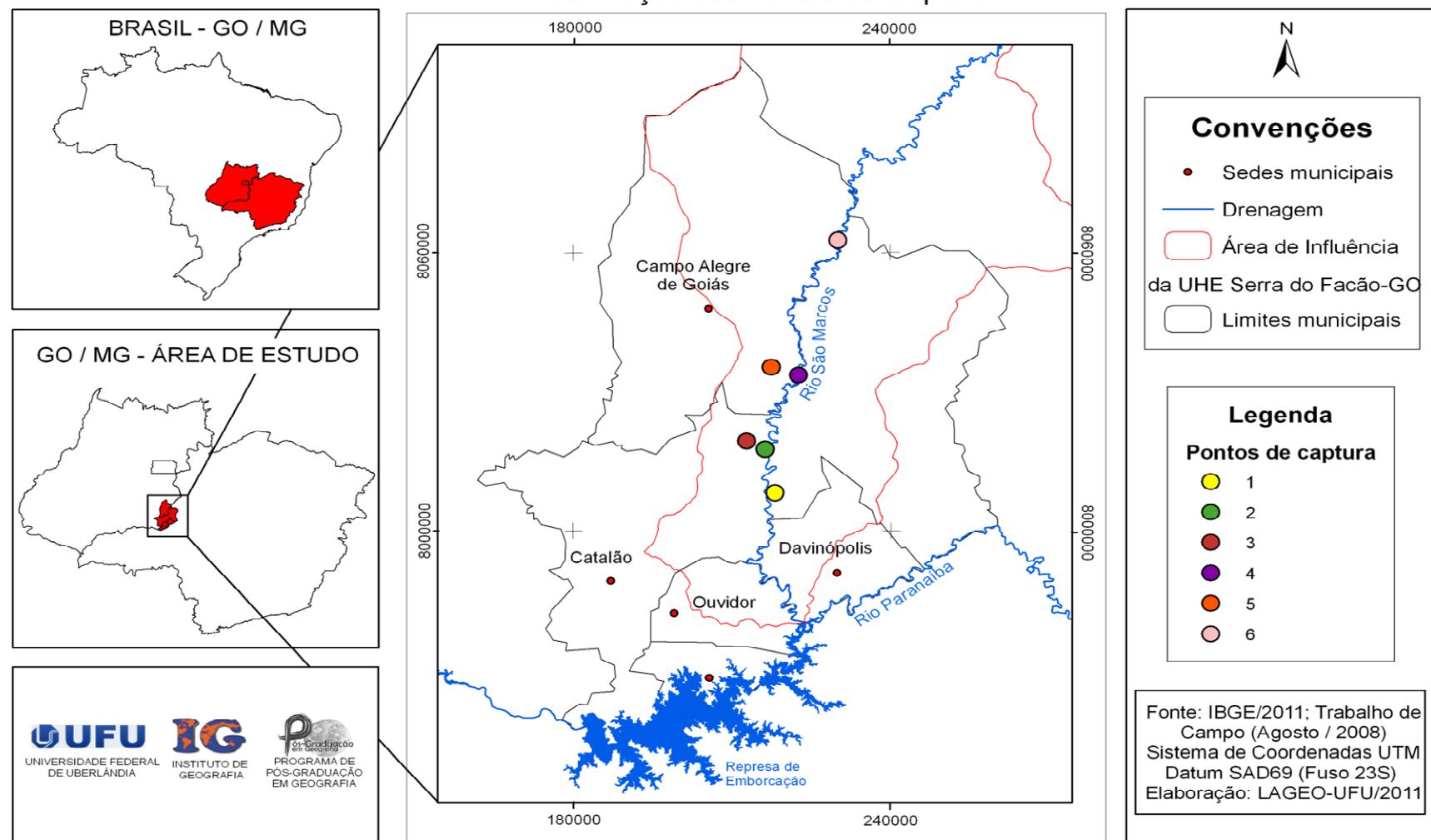
Fonte: IBGE, 2009 e SEFAC, 2008. Organização: DIAS, C.S.; CANDIDO, P.

Figura 6: Foto do Canteiro de obras e a área de influência da UHE Serra do Facão, GO



Fonte: SEFAC, 2008

Figura 7: Mapa de localização dos seis pontos de captura dos anófveis na área de influência da UHE Serra do Facão, GO



Quadro 1. Nomeação e coordenadas geográficas dos seis pontos de captura dos anofelinos na UHE Serra do Facão, Catalão, GO

Ponto de captura	Município	Coordenadas geográficas (UTM)
Ponto 1 - Canteiro de obras	Divinópolis	218309 / 8002223
Ponto 2 – Ponte dos Carapinas	Catalão	204820 / 8017000
Ponto 3 – Alto dos Carapinas	Catalão	216273 / 8018201
Ponto 4 – Balsa Porto Pacheco	Campo Alegre de Goiás	222032 / 8033774
Ponto 5 – Fazenda Rancharia	Campo Alegre de Goiás	228551 / 8062983
Ponto 6 – Balsa Manoel Souto	Divinópolis	223207 / 8001421

Fonte: LAGEM, 2008

O Ponto 1 se encontrava localizado em uma área de mata degradada, com algumas espécies herbáceas e árvores frutíferas, localizado a poucos metros da margem do rio São Marcos em uma área de intensa aglomeração de funcionários da SEFAC (Serra do Facão Energia S.A), próximo ao escritório e alojamento dos trabalhadores, onde já apresentava algumas alterações ambientais existentes na área, intensa movimentação de veículos, poeira excessiva e iluminação artificial intensa. O local de captura ocorreu no interior de uma mata secundária, a aproximadamente 100 m do escritório (Figura 8a,b).

Vários fatores associados ao grande fluxo de carros, ônibus, caminhões e máquinas, além da existência de iluminação artificial próxima dos locais de instalação das armadilhas contribuíram para o rendimento inexpressivo das capturas neste ponto. Devido a esse motivo, foi escolhido um novo local de captura no ponto 1, a cerca de 400m do ponto inicial, no mesmo remanescente de vegetação natural, separado apenas pela estrada de acesso a margem do lago (Figura 9). A armadilha Shannon foi instalada em uma área de vegetação natural bem preservada, em avançado estágio de regeneração, com presença de abundante serrapilheira, arbustos e árvores de diferentes tamanhos atingindo uma altura de aproximadamente oito metros (Figura 10a,b).

Nas proximidades desse ponto ocorreram grandes alterações ambientais, sendo as mais significativas, além da própria barragem, as vias de acesso, as edificações administrativas, os postos de saúde, os refeitórios, as guaritas, os estacionamentos, dentre outros.

Figura 8: Local de realização de captura no Ponto 1, na Serra do Facão, GO
(a) área de mata degradada, (b) local de instalação da armadilha Shannon



Fonte: LAGEM, 2009

Figura 9: Novo local de captura do Ponto 1



Fonte: LAGEM. Imagem Google Earth - 07/01/2010

Figura 10. Novo local de instalação da armadilha Shannon no Ponto 1, na Serra do Facão, GO



Fonte: LAGEM, 2009

O Ponto 2 localizava-se à margem do rio São Marcos, em confluência com um pequeno córrego, coberto por um remanescente da mata ciliar descontínua formado em grande parte por vegetação secundária com árvores de porte médio sobre significativo volume de serrapilheira, a cerca de 200 metros da Ponte dos Carapinas (Figura 11).

Devido ao enchimento do lago, esse ponto foi transferido para um novo local a aproximadamente 2,2Km em linha reta do ponto original. A escolha desse novo ponto de captura dentre alguns fatores analisados foi devido à necessidade de monitoramento dos anofelinos próximo a área de maior concentração de pessoas, já que, levando em consideração a beleza cênica do local de instalação da nova Ponte dos Carapinas, o entorno da área tende a se tornar em um grande ponto turístico, onde se observou a presença diária de visitantes (Figura 12 e Figura 13).

O local escolhido para a instalação da armadilha Shannon distou um metro e meio da margem do lago, com a presença de arbustos em estado de regeneração e bastante serrapilheira. Não existia vegetação de extrato arbóreo nas proximidades da ponte devido ao desmatamento feito no local e também pelo fato desta ser uma antiga área de pastagem, sendo a vegetação de grande porte praticamente toda retirada em períodos anteriores (Figura 14).

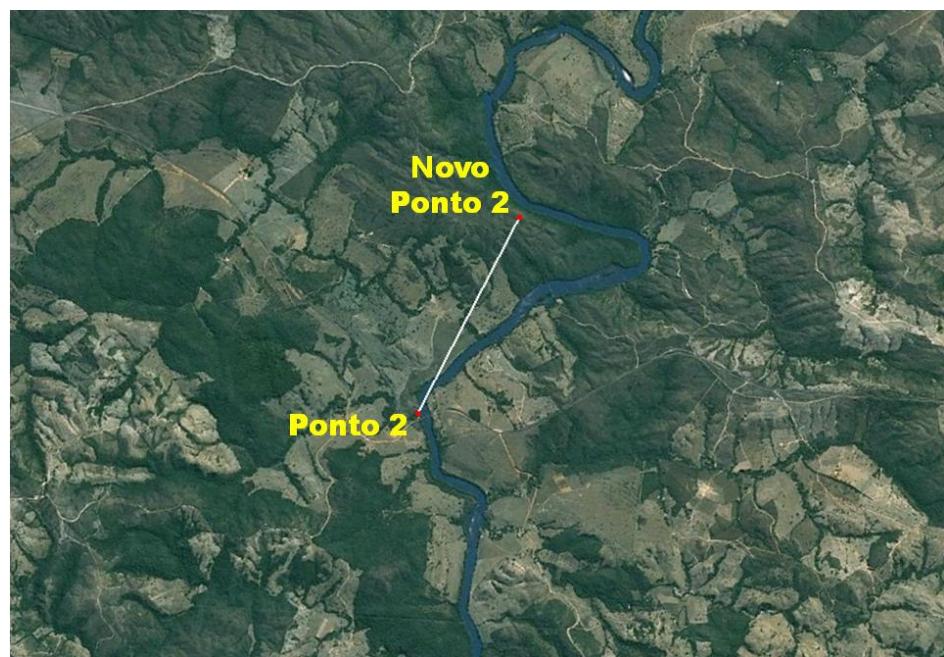
Figura 11: Local de realização de captura no Ponto 2, na Serra do Facão, GO

(a) Ponte das Carapinas, (b) área de mata



Fonte: LAGEM, 2009

Figura 12: Novo local de captura do Ponto 2



Fonte: LAGEM. Imagem Google Earth - 07/01/2010

Figura 13: Nova Ponte dos Carapinas localizada no Ponto 2



Fonte: LAGEM, 2009

Figura 14. Novo local de instalação da armadilha Shannon no Ponto 2, na Serra do Facão, GO



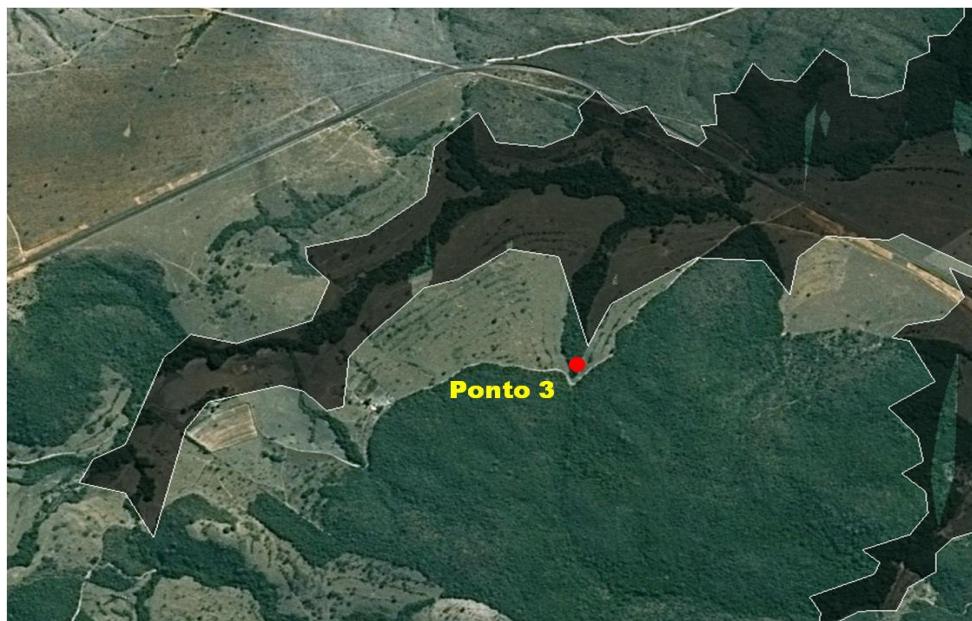
Fonte: LAGEM, 2009

O Ponto 3 localizava-se em posição topográfica acima da cota máxima de inundação do reservatório, área formada por um remanescente de mata secundária próxima a um curso d' água, com bastante serrapilheira, dividido por uma estrada de acesso às propriedades localizadas na região e também a sede da fazenda. O local da captura ocorria no interior de um remanescente de vegetação, formado por

vegetação de estrato arbustivo e arbóreo, chegando a atingir até 10m de altura (Figuras 15, Figura 16 e Figura 17).

A localização do ponto 3 foi determinada como cota máxima de inundação do reservatório, porém, com o enchimento do reservatório houve uma supressão da vegetação onde se instalavam as armadilhas, além disso, a água conseguiu alcançar as calhas de drenagem superficial inundando os locais onde as armadilhas eram instaladas. Por esse motivo, as armadilhas foram alocadas em altitude mais elevadas, imediatamente acima da cota máxima de inundação, em um área de cerrado bastante alterada, com vegetação arbórea atingindo cerca de sete metros de altura, presença de vegetação arbustiva verde (mesmo estando no período de estiagem) e vegetação herbácea seca cobria o solo. Verificou-se ainda, abundante serrapilheira e vestígio de pastoreio de gado nas redondezas (Figura 18).

Figura 15: Local de captura do Ponto 3



Fonte: LAGEM, UFU . Imagem Google Earth - 07/01/2010

Figura 16: Local de realização de captura no Ponto 3, na Serra do Facão, GO



Fonte: LAGEM, 2008

Figura 17: Local de instalação das armadilhas: Shannon e CDC, no Ponto 3, na Serra do Facão, GO



Fonte: LAGEM, 2008

Figura 18. Novo local de instalação da armadilhas no Ponto 3, na Serra do Facão, GO



Fonte: LAGEM, 2010

O Ponto 4 foi inserido nas margens do rio São Marcos, num remanescente de mata ciliar composta em grande parte por vegetação secundária. O local de captura ocorria a aproximadamente 5 metros do leito do rio, em uma área coberta por serrapilheira, sombreada por árvores e arbustos (Figura 19).

Devido ao enchimento do lago o novo local de captura do ponto 4 passou a localizar-se na margem direita da estrada de acesso ao lago, a aproximadamente 500 metros do ponto original (Figura 20).

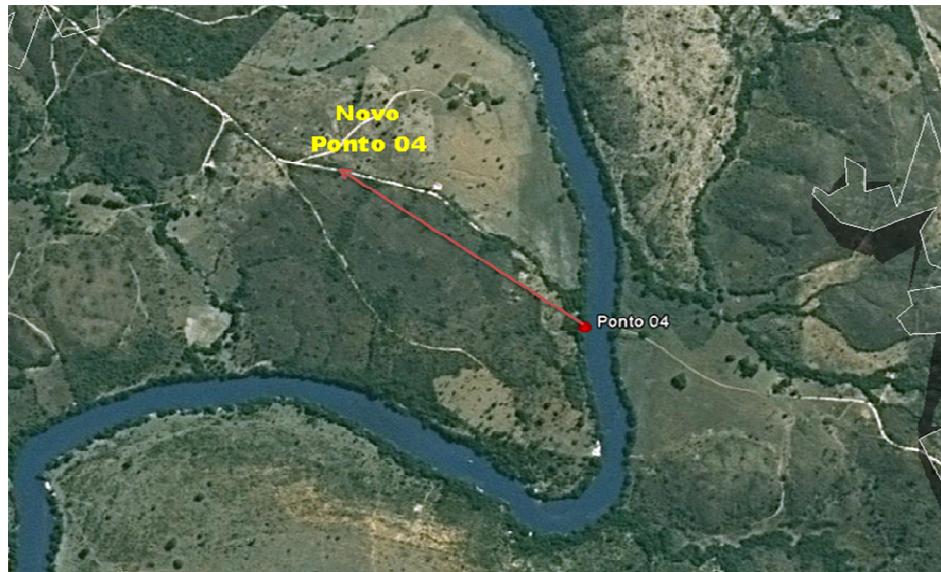
O novo local de instalação das armadilhas era formado por um pequeno remanescente de vegetação com a presença de arbustos e árvores que chegavam a atingir dez metros de altura, junto ao solo verifica-se a presença de muita vegetação herbácea e serrapilheira. O novo local de instalação da armadilha Shannon era formado por uma faixa de vegetação que separava a estrada de acesso ao lago e uma área de pastagem. As armadilhas CDCs foram instaladas ao longo da estrada e próximo à margem do lago (Figura 21).

Figura 19: Local de realização de captura no Ponto 4, na Serra do Facão, GO
(a) vista da área externa do local de captura , (b) área de instalação da Shannon



Fonte: LAGEM, 2009

Figura 20: Novo local de captura do Ponto 4



Fonte: LAGEM. Imagem Google Earth - 07/01/2010

Figura 21. Novo local de instalação das armadilhas: Shannon e CDC no Ponto 4, na Serra do Facão, GO



Fonte: LAGEM, 2010

O Ponto 5 localizava-se em uma área próxima a sede e curral da fazenda, nas partes mais elevadas da área de influência do reservatório. A vegetação no entorno da sede era pastagem formada por *brachiaria* e pomar de frutas e hortaliças de consumo doméstico. Nas áreas destinadas ao pastoreio ocorria a formação de mata residual que cobria as linhas de drenagem temporária.

Figura22: Local de realização de captura no Ponto 5, na Serra do Facão, GO
(a) área do curral e sede da fazenda, (b) remanescente de mata



Fonte: LAGEM, 2008

Figura 23: Local de captura do Ponto 5



Fonte: LAGEM. Imagem Google Earth - 07/01/2010

No Ponto 5 não houve mudança de local de captura durante todo o período de monitoramento dos vetores da malária, não sendo esta área submersa pelo enchimento do reservatório. A armadilha Shannon foi montada no interior de uma mata residual localizada a 100 metros da propriedade e as armadilhas CDCs foram

instaladas em pontos distintos da propriedade, no curral, chiqueiro, pomar e na área de preservação permanente.

Figura 24: Local de instalação das armadilhas: CDCs e Shannon, no Ponto 5, na Serra do Facão, GO



Fonte: LAGEM, 2010

O Ponto 6 localizava-se na margem do rio São Marcos, numa área de mata ciliar antropizada, com ocorrência de mata secundária composta de vegetação arbustiva e arbórea. O solo apresentava uma espessa cobertura de matéria orgânica, composta principalmente por folhas e ramos em processo de decomposição. O local de captura ocorria a aproximadamente 10 metros do rio São Marcos (Figura 25 e Figura 26).

A partir do mês de janeiro de 2011, o lago supriu o local de instalação das armadilhas nesse ponto, sendo remanejado para uma fazenda próxima a esse local. A nova área de captura do ponto 6 passou a distanciar-se aproximadamente 800 metros da Balsa Manoel Souto (conhecida como a balsa do Rui, balseiro responsável pela travessia no rio) e nessa área foi verificado a presença de um grande pomar, animais domésticos, pastagem e canavial nos arredores (Figura 27).

A armadilha Shannon foi instalada em meio ao pomar da fazenda, com presença de espécies arbóreas e pouca serrapilheira. As armadilhas CDCs foram instaladas no curral, no canavial, no chiqueiro e no pomar, a aproximadamente 2m da margem do lago (Figura 28).

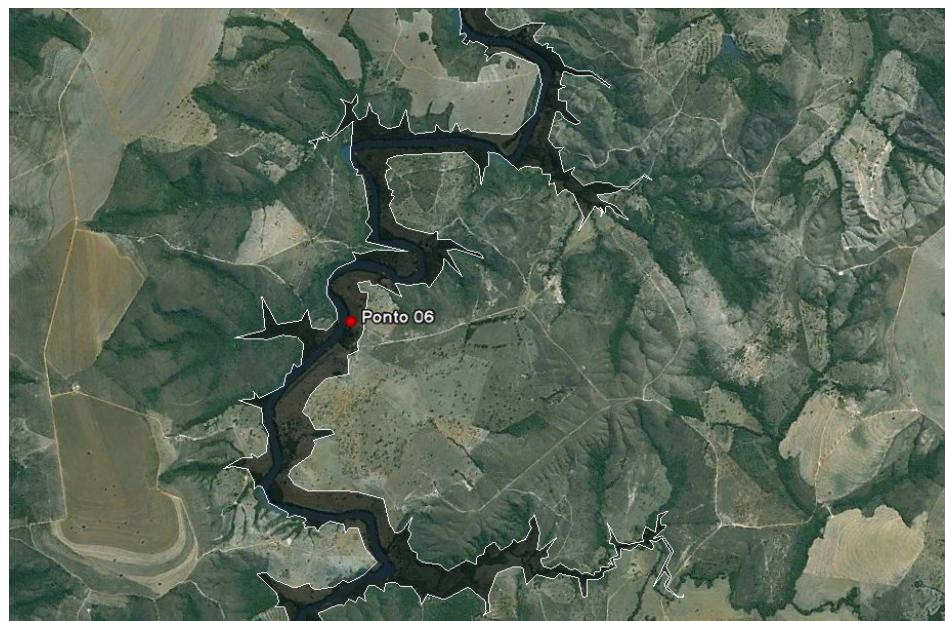
Figura 25: Local de realização de captura no Ponto 6, na Serra do Facão, GO

(a) Vista total da área, (b) Balsa Manoel Souto



Fonte: LAGEM, 2010

Figura 26: Local de captura do Ponto 6



Fonte: LAGEM. Imagem Google Earth - 07/01/2010

Figura 27. Nova localização do Ponto 6, na Serra do Facão, GO



Fonte: LAGEM, 2011

Figura 28: Novo local de instalação das armadilhas: Shannon e CDC, no Ponto 6, na Serra do Facão, GO



Fonte: LAGEM, 2011

2.2. Procedimentos de Campo

As capturas dos anofelinos tiveram início em agosto de 2008 e término em julho de 2011, sendo realizadas pela equipe de pesquisadores e colaboradores do LAGEM (Laboratório de Geografia Médica e Vigilância Ambiental em Saúde). As capturas ocorreram no anoitecer, durante três dias consecutivos de cada mês, com duração de três horas seguidas, com intervalos de tempo (divisão de horas) de uma em uma hora. Cada ponto de captura (ponto 1, 2, 3, 4, 5, 6) foram monitorados bimestralmente, visto que a cada mês eram realizadas capturas em 3 pontos diferentes. Os pontos de captura compreenderam 3 pontos localizados as margens do rio São Marcos (2, 4 e 6) e 3 pontos em áreas próximas à cota máxima de inundação do futuro reservatório (pontos 1, 3 e 5). Os pontos 2, 4 e 6 seriam inundados com a formação do reservatório. A intenção inicial apresentada na pesquisa era deixar de monitorá-los, permanecendo os pontos 1, 3 e 5 na continuidade da pesquisa. Entretanto, no decorrer do estudo, resolveu-se recolocar os pontos inundados (2, 4 e 6) em locais acima da cota máxima de inundação, em ambientes ecológicos os mais semelhantes possíveis.

Para captura dos anofelinos foram utilizadas armadilhas do tipo CDC (Center on Disease Control) (SUDIA ; CHAMBERLAIN, 1962) alimentadas com bateria de 12 volts, de captura automática e também armadilhas tipo Shannon (SHANNON, 1939) com fonte de luz amarela (lâmpada de 100 w ligadas à bateria de 12 volts).

A armadilha tipo Shannon consiste em uma tenda de formato retangular fechada em todos os lados, exceto no lado inferior, montada suspensa ao solo cerca de 30 centímetros, permitindo dessa forma a entrada dos insetos dentro da armadilha. As pontas da tenda foram amarradas por cordas presas as árvores. O tamanho utilizado da armadilha foi de três metros de comprimento por dois metros de largura e com respectivamente dois metros de altura. Os insetos ao pousarem no tecido eram sugados através do capturador de Castro (Figura 29a, b).

O Capturador de castro consiste em um tubo de borracha ligado a um tubo de plástico de aproximadamente 1 (um) centímetro de diâmetro interno, com cerca de 20 centímetros de comprimento. Na parte posterior do tubo, colocou-se uma tela de plástico com orifícios reduzidos para impedir a ingestão dos insetos no ato da sucção. Após sugados os anofelinos eram soprados para dentro de potes que

continham a descrição do local e horário em que foram capturados, até serem encaminhados ao LAGEM (Figura 30a, b).

A CDC consiste em uma armadilha luminosa desmontável, com uma câmara coletora dobrável (puçá), as capturas ocorriam automaticamente por meio da sucção dos insetos que se aproximavam da luz amarela e caiam dentro do puçá. Durante cada captura foram instaladas 4 (quatro) CDCs a um raio mínimo de 50 metros da armadilha Shannon e também distantes uma das outras a um raio de 50 metros. Após a finalização de cada captura as CDCs eram desmontadas, permanecendo amarrados os puçás que continham os insetos, até serem encaminhados ao laboratório (Figura 31a, b).

Figura 29: Armadilha tipo Shannon (a) armadilha com fonte de luz no interior, (b) vista total da armadilha

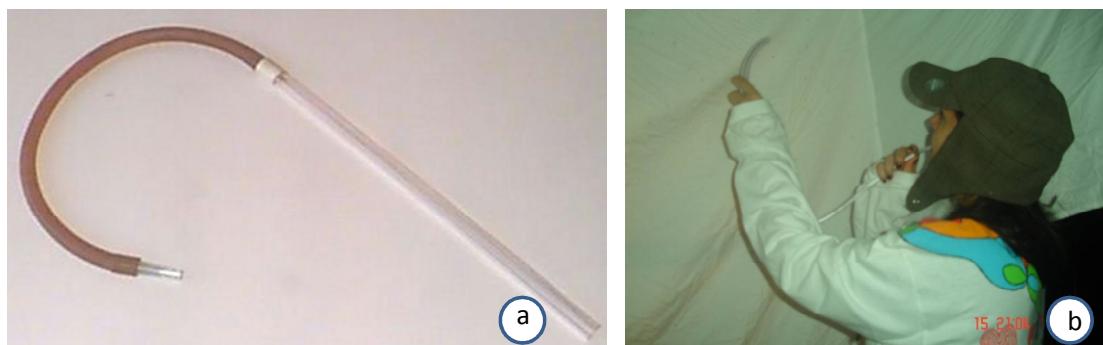


Fonte: LAGEM, 2009

A identificação das alterações ambientais na área de influência da UHE Serra do Facão próximos aos pontos de captura dos vetores foram observadas, descritas e fotografadas, levando em consideração os diferentes tipos de ecótopos existentes que propiciavam ou não a manutenção de criadouros e abrigos para os anofelinos.

As coordenadas geográficas dos locais de instalação das armadilhas foram identificadas por meio do GPS (Global Positioning System) e as condições meteorológicas foram coletadas utilizando-se aparelho termo-higrômetro com termômetro de bulbo seco e úmido para as medidas de temperatura e umidade relativa (Figura 15).

Figura 30: Tubo de Sucção – Capturador de Castro (a) visão geral do capturador de Castro, (b) forma de utilização do capturador de Castro



Fonte: LAGEM, 2009

Figura 31: Armadilha CDC (Center on Disease Control) (a) visão geral da armadilha CDC, (b) armadilha CDC próxima ao galinheiro



Fonte: LAGEM, 2009

A observação da velocidade dos ventos foi realizada seguindo as orientações da Escala de Ventos de Beaufort. A escala de Beaufort é utilizada para quantificar a intensidade dos ventos levando em conta a sua velocidade e os efeitos resultantes das ventanias no mar e em terra. Esses elementos climáticos mencionados foram observados pelo fato de influenciarem no número de exemplares de insetos capturados (Quadro 2).

Durante as capturas os insetos eram colocados em potes plásticos identificados com dia, data e o horário da captura, até serem encaminhados ao laboratório (LAGEM) para serem identificados.

Quadro 2: Escala da força dos ventos de Beaufort

Tipo	Nome	Vel. (km/h)	Conseqüências
00	<i>Calmaria</i>	0 a 1	Ausência de vento, fumaça eleva-se verticalmente
01	Bafagem	1 a 5	Cata-ventos imóveis; a fumaça é levada pelo vento
02	Aragem	6 a 11	Cata-ventos se movem; folhas se movem levemente
03	Vento Fraco	12 a 19	Folhas e ramagens se movem
04	Vento Moderado	20 a 28	Pequenos galhos balançam e a poeira é levantada do chão
05	Vento Médio	29 a 38	Arbustos se agitam e formam-se pequenas ondas nos lagos
06	Vento Médio Forte	39 a 49	Galhos mais grossos são agitados
07	Vento Forte	50 a 61	As árvores balançam e é difícil caminhar contra o vento
08	Vento Muito Forte	62 a 74	Ramos das árvores se quebram
09	Vento Duro	75 a 88	Pequenos danos às casas; telhas são atiradas
10	Vento Muito Duro	89 a 102	Árvores são arrancadas e as casas sofrem grandes danos
11	Vento Tempestuoso	103 a 117	Destruções generalizadas. É muito raro
12	Furacão	Acima de 117	Construções são arrasadas e a vegetação é destruída

Fonte: AYOADE, 1996

Figura 32: Aparelho Termo-higrômetro



Fonte: LAGEM, 2008

2.3. Procedimentos de laboratório

No Laboratório de Geografia Médica e Vigilância Ambiental em Saúde (LAGEM) os insetos (anofelinos) capturados foram mortos por choque térmico e acondicionados em tubitos contendo álcool (70%) para a conservação das estruturas externas dos espécimes até o momento da identificação.

A identificação das espécies foram realizadas por meio de chaves de classificação taxonômica seguindo a tabela de identificação sugerida por Consoli e Oliveira (1998), utilizando-se de lupa esteromicroscópica.

Figura 33. Identificação dos Anofelinos no laboratório



Fonte: LAGEM, 2011

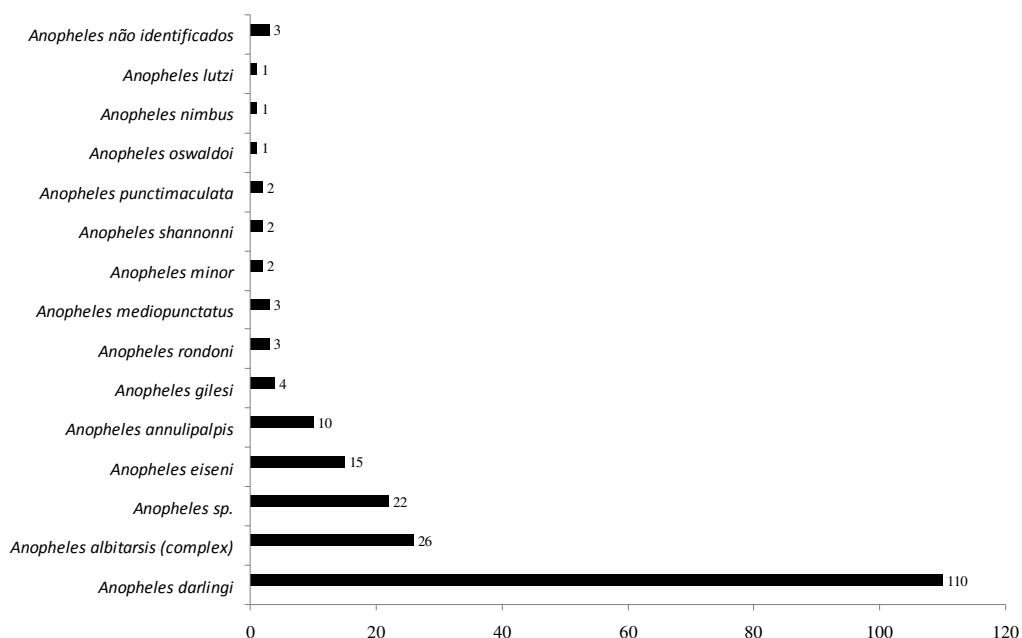
Primeiramente foi analisado se as características dos insetos se enquadravam na família Culicidae e se pertenciam a subfamília Anophelinae (caracterizado pelo comprimento dos palpos semelhantes a probóscide). Havendo a confirmação que o espécime analisado também pertencia ao gênero *Anopheles* era identificado a espécie do inseto através da caracterização das escamas, tarsos, asas e abdômen. A identificação do sexo dos insetos foi feita a olho nu observando se a presença ou não de tufo capilar grande nas antenas o que caracteriza o macho ou caso contrário era fêmea.

Após as identificações as espécies foram cadastradas num livro de registro contendo data, local, sexo e o tipo de armadilha que foi utilizada na captura do referido inseto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O monitoramento dos anofelinos ocorreu através de 105 capturas realizadas na área de influência da UHE Serra do Facão, no período de agosto de 2008 a julho de 2011. Durante esta pesquisa foram capturados 205 espécimes de anofelinos em armadilhas Shannon, não havendo captura desses insetos em armadilha CDC. No total foram capturados 200 anofelinos fêmeas e 05 anofelinos machos, pertencentes a 13 espécies do gênero *Anopheles*.

Figura 34. Espécies de Anofelinos capturados na área de influência do UHE Serra do Facão, GO



Fonte: LAGEM, 2011

Dos 110 exemplares de *Anopheles darlingi*, 105 eram fêmeas e apenas 05 eram machos e das demais espécies capturadas todas eram fêmeas. O baixo número de espécimes machos capturados se explica pelo fato de que durante o escurecer são as fêmeas que vão em busca de suas fontes alimentares, a freqüência com que as fêmeas se alimentam pode ser em geral estimada pelo exame dos ovários, pois cada série de desova deve ser precedida da ingestão de

sangue, e se isso não ocorrer não haverá a maturação dos folículos ovarianos (REY, 1992).

Dentre as espécies identificadas foram encontrados 22 *Anopheles* sp, que representam aqueles que possuem características típicas do gênero *Anopheles* e que de acordo com a chave de identificação não foi possível enquadrar em determinada espécie especificamente. Também foram determinados 03 espécimes não identificados devido à perda de alguma estrutura do inseto, durante o transporte dele do campo para o laboratório, imprescindível para a sua identificação.

3.1. Distribuição Espacial

O monitoramento dos anofelinos ocorreu em seis pontos pré-estabelecidos (Ponto 1, 2, 3, 4,5 e 6) de acordo com a área de abrangência da UHE Serra do Facão.

Observando-se os dados da tabela 1, verifica-se que no ponto 1(Canteiro de obras) foram capturados e identificados nove anofelinos pertencentes a cinco espécies. Entre essas espécies ocorreu um maior percentual das espécies *Anopheles darlingi* e *Anopheles gilesi*.

Tabela 1: Anofelinos capturados na área de influência do UHE Serra do Facão, GO no Ponto 1

Espécies	Machos	Fêmeas	Total	Percentual (%)
<i>Anopheles darlingi</i>	0	3	3	33,3
<i>Anopheles eiseni</i>	0	1	1	11,1
<i>Anopheles randoni</i>	0	1	1	11,1
<i>Anopheles gilesi</i>	0	3	3	33,3
<i>Anopheles oswaldoi</i>	0	1	1	11,1
Total	0	9	9	100,0

De acordo com os dados da tabela 2, no Ponto 2 (Ponte das Carapinas), foram capturados e identificados 35 anofelinos pertencentes a 02 espécies e

também espécimes de *Anopheles sp.* Destes insetos capturados houve um maior percentual de *Anopheles darlingi*.

Tabela 2: Anofelinos capturados na área de influência do UHE Serra do Facão, GO no ponto 2

Espécies	Machos	Fêmeas	Total	Percentual (%)
<i>Anopheles darlingi</i>	1	22	23	65,7
<i>Anopheles nimbis</i>	0	1	1	2,9
<i>Anopheles sp.</i>	0	11	11	31,4
Total	1	34	35	100,0

No Ponto 3 (Alto das Carapinas), observando-se os dados da tabela 3 nota-se que houve um grande aumento do número de anofelinos capturados e também um aumento no número de diversidade de espécies, sendo capturados e identificados 09 espécies de anofelinos e 04 espécimes de *Anopheles sp* e também foram analisados 03 espécimes de anofelinos não identificados (Tabela 3), ocorrendo um maior percentual de captura de *Anopheles darlingi* e *Anopheles albitarsis*.

De acordo com a tabela 4, a diversidade de espécies de anofelinos capturados continuou ocorrendo no Ponto 4 (Balsa Porto Pacheco), porém houve uma diminuição do número de espécimes, sendo no total capturados e identificados 08 espécies de anofelinos, destes existindo um maior percentual de *Anopheles darlingi*.

Na tabela 5 observa-se que no Ponto 5 (Fazenda Rancharia) houve uma diminuição na diversidade de espécies capturadas, sendo capturados e identificados 03 espécies de anofelinos e 04 espécimes de *Anopheles sp.*, ocorrendo nesse ponto uma maior percentual de *Anopheles darlingi* e *Anopheles albitarsis* do total de insetos capturados.

Observando-se os dados da tabela 6, no Ponto 6 (Balsa Manoel Souto) a pouca diversidade de espécies continuou ocorrendo, foram capturados e identificados 03 espécies de anofelinos e 03 espécimes de *Anopheles sp*, ocorrendo um elevado percentual de *Anopheles darlingi* representando mais de 70% dos anofelinos capturados nesse ponto.

Comparando-se o número de anofelinos capturados nos determinados pontos, observou-se que o Ponto 3 contribuiu com o maior número de espécimes capturados (Tabela 7).

Tabela 3: Anofelinos capturados na área de influência do UHE Serra do Facão, GO
no ponto 3

Espécies	Machos	Fêmeas	Total	Percentual (%)
<i>Anopheles darlingi</i>	2	39	41	46,5
<i>Anopheles albitalis</i>	0	16	16	18,1
<i>Anopheles annulipalpis</i>	0	7	7	7,9
<i>Anopheles gilesi</i>	0	1	1	1,1
<i>Anopheles shannoni</i>	0	1	1	1,1
<i>Anopheles mediopunctatus</i>	0	1	1	1,1
<i>Anopheles minor</i>	0	2	2	2,3
<i>Anopheles punctimaculata</i>	0	1	1	1,1
<i>Anopheles eiseni</i>	0	11	11	12,6
<i>Anopheles sp.</i>	0	4	4	4,5
<i>Anopheles não identificados</i>	0	3	3	3,4
Total	2	86	88	100,0

Tabela 4: Anofelinos capturados na área de influência do UHE Serra do Facão, GO
no ponto 4

Espécies	Machos	Fêmeas	Total	Percentual (%)
<i>Anopheles darlingi</i>	0	6	6	40,0
<i>Anopheles annulipalpis</i>	0	1	1	6,6
<i>Anopheles punctimaculata</i>	0	1	1	6,6
<i>Anopheles mediopunctatus</i>	0	2	2	13,3
<i>Anopheles rondoni</i>	0	2	2	13,3
<i>Anopheles shannoni</i>	0	1	1	6,6
<i>Anopheles eiseni</i>	0	1	1	6,6
<i>Anopheles lutzi</i>	0	1	1	6,6
Total	0	15	15	100,0

Tabela 5: Anofelinos capturados na área de influência do UHE Serra do Facão, GO
no ponto 5

Espécies	Machos	Fêmeas	Total	Percentual (%)
<i>Anopheles darlingi</i>	0	10	10	43,5
<i>Anopheles albitalris</i>	0	7	7	30,4
<i>Anopheles eiseni</i>	0	2	2	8,7
<i>Anopheles sp.</i>	0	4	4	17,4
Total	0	23	23	100,0

Tabela 6: Anofelinos capturados na área de influência do UHE Serra do Facão, GO
no ponto 6

Espécies	Machos	Fêmeas	Total	Percentual (%)
<i>Anopheles darlingi</i>	2	25	27	77,1
<i>Anopheles albitalris</i>	0	3	3	8,6
<i>Anopheles annulipalpis</i>	0	2	2	5,7
<i>Anopheles sp</i>	0	3	3	8,6
Total	2	33	35	100,0

Tabela 7: Número total de anofelinos capturados em cada ponto na área de
influência do UHE Serra do Facão, GO

Pontos	Número de anofelinos	Percentual (%)
Ponto 1	9	4,4
Ponto 2	35	17,1
Ponto 3	88	42,9
Ponto 4	15	7,3
Ponto 5	23	11,2
Ponto 6	35	17,1
Total	205	100,0

Analisando-se os resultados obtidos percebe-se que houve uma grande variação na densidade e diversidade das espécies de anofelinos capturados nos diferentes pontos.

O ponto 3 apresentou um maior número de espécimes de anofelinos capturados (42,9%), também notou-se a ocorrência de uma maior diversidade de anofelinos nesse local. Os locais de captura nesse ponto ocorreu próximo a um curso d'água temporário, com vegetação secundária em elevado estágio de regeneração, sendo possível observar várias espécies arbórea. Nessa área era comum a presença de gado por estar localizado próxima a um ambiente de pastagem. No solo, independente da época do ano, verificava-se a presença de abundante serrapilheira úmida, que além de contribuir para elevada umidade no interior da mata, possibilitava menores oscilações de temperatura. A grande densidade e diversidade de anofelinos nesse ponto pode ser explicado pelo fato de existir nesse ambiente uma vegetação que favorecia maior quantidade de oferta de abrigo, manutenção da umidade e local propício para a ocorrência de maior número de criadouros naturais.

Entre as espécies capturadas houve um maior número de espécimes de *Anopheles darlingi* e *Anopheles albitalis*, vetores primários da malária, sendo que o número de espécimes de *Anopheles darlingi* foi ainda superior aos *Anopheles albitalis*. Essas espécies fazem parte das cinco mais importantes espécies de anofelinos envolvidas na transmissão da malária no país. Segundo Consoli e Oliveira (1998) são espécies que apresentam uma grande importância epidemiológica devido a sua abundância e ampla distribuição, atingindo todo o interior do país e também pelo seu alto grau de endofagia e antropofilia, além de sua capacidade de poder transmitir diferentes espécies de *Plasmodium*.

As demais espécies capturadas como os *Anopheles mediopunctatus*, *Anopheles rondoni*, *Anopheles eiseni*, *Anopheles annulipalpis*, etc, são vetores secundários e seguramente só se infectam no auge das epidemias promovidas por algum dos vetores primários, e além disso, sua frequência não está relacionada com a da malária (CONSOLI; OLIVEIRA, 1998).

Em um estudo realizado na Serra da Mesa, no estado de Goiás, foi constatado uma maior percentual também das espécies *Anopheles darlingi* e *Anopheles albitalis* e de acordo com os autores desse trabalho a espécie *Anopheles darlingi*

consegue manter a transmissão da malária mesmo quando há uma densidade muito reduzida dessa espécie (GUIMARÃES et al., 2004).

Oliveira (2004) realizou um estudo no APM Manso (Aproveitamento Múltiplo de Manso), em Mato Grosso, tendo como objetivos: levantar e identificar a fauna de anofelinos nos pontos e períodos pré-estabelecidos e também avaliar os efeitos das mudanças ambientais, e entre os anofelinos capturados nesse estudo houve um maior percentual da espécie *An. darlingi* , apresentando 51,92% do total de anofelinos capturados. O mesmo ocorreu em uma outra pesquisa realizado nas áreas de implantação das barragens das Usinas Hidrelétricas Capim Branco I e Capim Branco II, na bacia do Rio Araguari onde entre as espécies capturadas e identificadas ocorreu um maior número de espécies *Anopheles darlingi* e *Anopheles albitalis* (FERRETE, 2004).

Os resultados encontrados nesse trabalho reforça a importância do monitoramento de vetores da malária em áreas onde ocorre a construção de barragem para implantação de usina hidrelétrica, tendo sido encontrado nesse estudo um maior percentual de vetores primários da malária, o que vem de encontro com vários outros trabalhos realizados.

3.2. Distribuição Temporal

O monitoramento dos anofelinos na área de influência da UHE Serra do Facão nos pontos 1,2,3,4,5 e 6 foi realizado durante 3 períodos que compreendem: antes do início das obras e das alterações ambientais (antes do desmatamento), no período de retirada da vegetação e resgate dos animais para a construção da barragem e formação do lago (durante o desmatamento e enchimento do reservatório) e ainda após o enchimento do lago quando as turbinas entraram em operação (após o enchimento do reservatório). Vale ressaltar que o enchimento do reservatório teve início no dia 19 de novembro de 2009 e as turbinas entraram em operação no dia 13 de julho de 2010.

No período que antecedeu ao desmatamento da área a ser inundada observou-se a ocorrência de 8 espécies de anofelinos (*Anopheles darlingi*, *Anopheles albitalis*, *Anopheles eiseni*, *Anopheles annulipalpis*, *Anopheles rondoni*, *Anopheles mediopunctatus*, *Anopheles minor*, *Anopheles shannoni*) totalizando 90 espécimes capturados, sendo 52 exemplares de *Anopheles darlingi* e 13 *Anopheles albitalis*. Nesse período já havia existido uma grande mobilização de pessoas para a região no entorno do local da barragem com a abertura de área e construção dos equipamentos dos canteiros de obras e dos alojamentos (Quadro 3).

Durante o desmatamento e enchimento do reservatório foram identificados 9 espécies de anofelinos (*Anopheles darlingi*, *Anopheles albitalis*, *Anopheles eiseni*, *Anopheles rondoni*, *Anopheles punctimaculata*, *Anopheles oswaldoi*, *Anopheles nimbis*, *Anopheles lutzi*, *Anopheles gilesi*), 8 exemplares de *Anopheles sp* e 3 exemplares de *Anopheles* não identificados. Mesmo havendo pouco aumento do número de espécies capturadas, houve uma redução na densidade dos anofelinos, sendo capturados no total 53 espécimes e destes, 17 exemplares de *Anopheles darlingi* e 6 *Anopheles albitalis*. Com a supressão das matas ciliares e das beiras dos córregos, ocorre o assoreamento dos leitos, o que pode fazer com que os mosquitos ali presentes se desloquem para outro lugar. Outro fator que também ocorre nesse período, é que, com as alterações ambientais, os animais silvestres (que servem de repasto sanguíneo) que habitavam essas áreas, são retirados do local ou fogem para outras áreas o que pode levar a estabelecer novos nichos ecológicos para os mosquitos .

Tabela 8: Distribuição temporal do número de anofelinos capturados de acordo com as espécies, na UHE Serra do Facão, GO

Espécies	Antes do desmatamento da área a ser inundada 15/ Ago/2008 à Mai/2009	Durante o desmatamento da área a ser inundada e enchimento do reservatório Jun/2009 à 12/07/2010	*Após o enchimento Reservatório 13/07/2010 à 08/07/2011
<i>Anopheles darlingi</i>	52	17	41
<i>Anopheles albitalis</i>	13	6	7
<i>Anopheles sp.</i>	0	8	14
<i>Anopheles eiseni</i>	6	9	0
<i>Anopheles annulipalpis</i>	10	0	0
<i>Anopheles rondoni</i>	2	1	0
<i>Anopheles mediopunctatus</i>	3	0	0
<i>Anopheles minor</i>	2	0	0
<i>Anopheles shannoni</i>	2	0	0
<i>Anopheles punctimaculata</i>	0	2	0
<i>Anopheles oswaldoi</i>	0	1	0
<i>Anopheles nimbus</i>	0	1	0
<i>Anopheles lutzi</i>	0	1	0
<i>Anopheles gilesi</i>	0	4	0
<i>Anopheles</i> <i>não identificados</i>	0	3	0
<i>Total</i>	90 (43,9%)	53 (25,85%)	62 (30,42%)

* A UHE Serra do Facão entrou em operação em 13/07/2010, entretanto o reservatório continuou a encher até atingir a cota máxima de inundação, e isto ocorreu em Abril de 2011.

Após o enchimento do reservatório houve uma redução do número de espécies capturadas, foram identificados 2 espécies de anofelinos (*Anopheles darlingi* e *Anopheles albitalis*) e 14 exemplares de *Anopheles sp*, totalizando 62

espécimes desses insetos, sendo destes 41 exemplares de *Anopheles darlingi* e 7 *Anopheles albitalis*. Durante esse período com o enchimento do lago, desaparece a diversidade de habitats, sendo muitos criadouros destruídos, o que faz com que algumas espécies não sobrevivam a todo esse processo de transformação do ambiente e assim chegam a desaparecer, porém espécies como o *Anopheles darlingi* e *Anopheles albitalis* que se encontram associadas aos mais variados tipos de ecótopos, podem continuar existindo apesar das grandes alterações do ambiente (CONSOLI e OLIVEIRA, 1998).

Do total do número de anofelinos capturados, 43,9% ocorreu no período que antecedeu ao desmatamento da área a ser inundada, 25,85% durante o desmatamento da área a ser inundada e enchimento do reservatório e 30,24% após o enchimento do reservatório, ocorrendo assim na distribuição temporal, uma variação na densidade e diversidade do número de insetos capturados. Em todos esses períodos houve um número maior de capturas da espécie *Anopheles darlingi* e *Anopheles albitalis*.

3.2.1. Ponto 1 - Canteiro de obras

No ponto 1, durante o período de agosto de 2008 a abril de 2009 (antes do desmatamento da área a ser inundada) ocorreram 5 capturas e nesse período foram identificados 2 anofelinos, já no período de junho de 2009 a junho de 2010 (durante o desmatamento e enchimento do reservatório) ocorrem 7 capturas e foram identificados 7 anofelinos e o período compreendido entre agosto de 2010 a junho de 2011 (após o enchimento do reservatório) ocorrem 6 capturas e não foram identificados nenhum anofelino. Não houve variação do número de anofelinos capturados de acordo com a temperatura e umidade relativa do ar.

Gráfico 1: Anófeles capturados de acordo com a temperatura ($T^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (UR%) no Ponto 1 (Canteiro de obras) no período de agosto de 2008 a junho de 2011 na área de influência da UHE Serra do Facão - GO

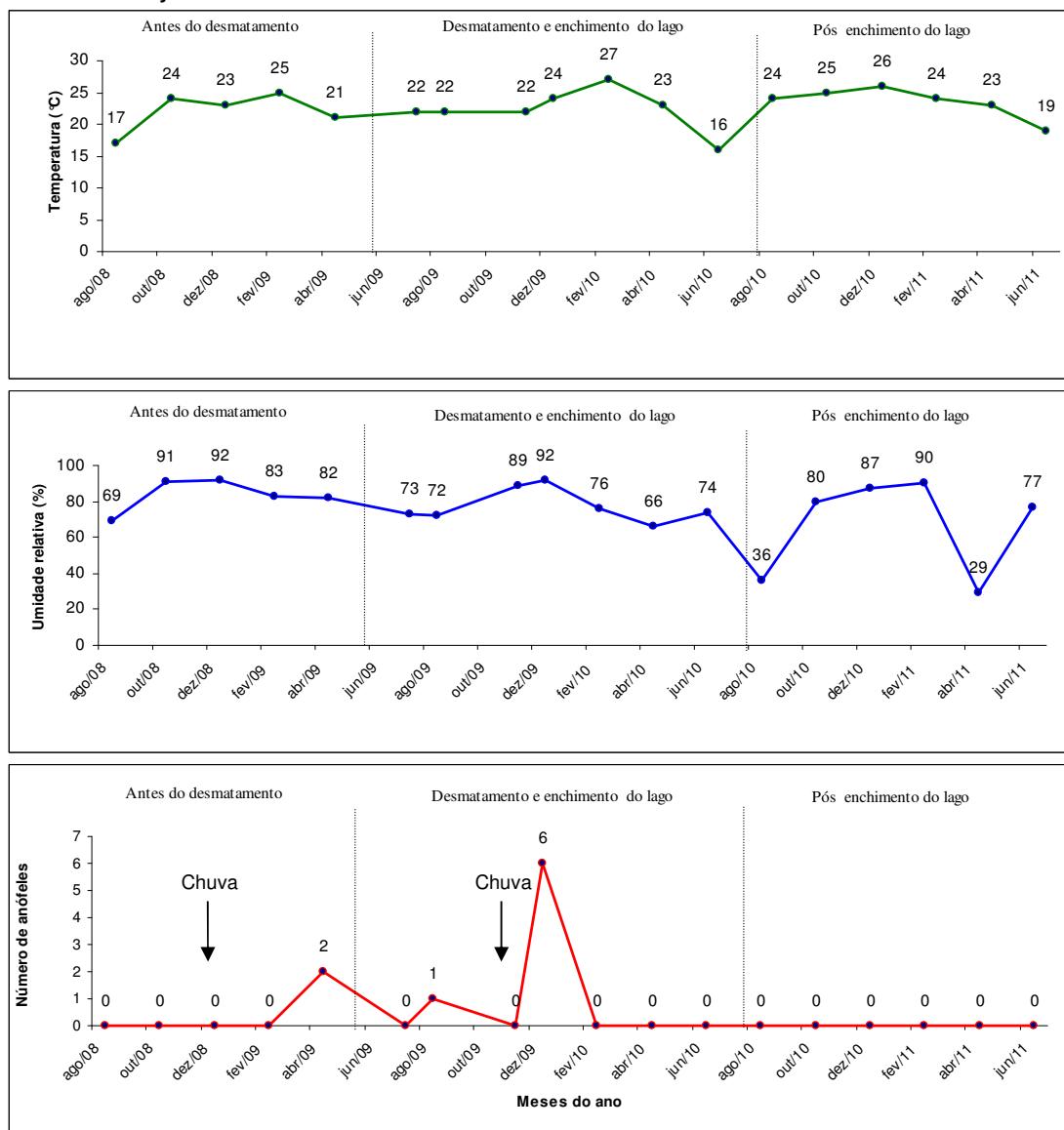


Gráfico organizado por: Santos, B.V.; Alves, G.F. 2011

3.2.2. Ponto 2 – Ponte dos Carapinas

Antes do desmatamento da área a ser inundada ocorreram nesse ponto 5 capturas e nesse período foram identificados 11 anofelinos, durante o desmatamento e enchimento do reservatório ocorrem 7 capturas e foram identificados 3 anofelinos, após o enchimento do reservatório ocorreram 6 capturas

e foram identificados 21 anofelinos. Não houve variação do número de anofelinos capturados de acordo com a temperatura e umidade relativa do ar.

Gráfico 2: Anófeles capturados de acordo com a temperatura ($T^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (UR%) no Ponto 2 (Ponte dos Carapinas) no período de agosto de 2008 a junho de 2011 na área de influência da UHE Serra do Facão - GO

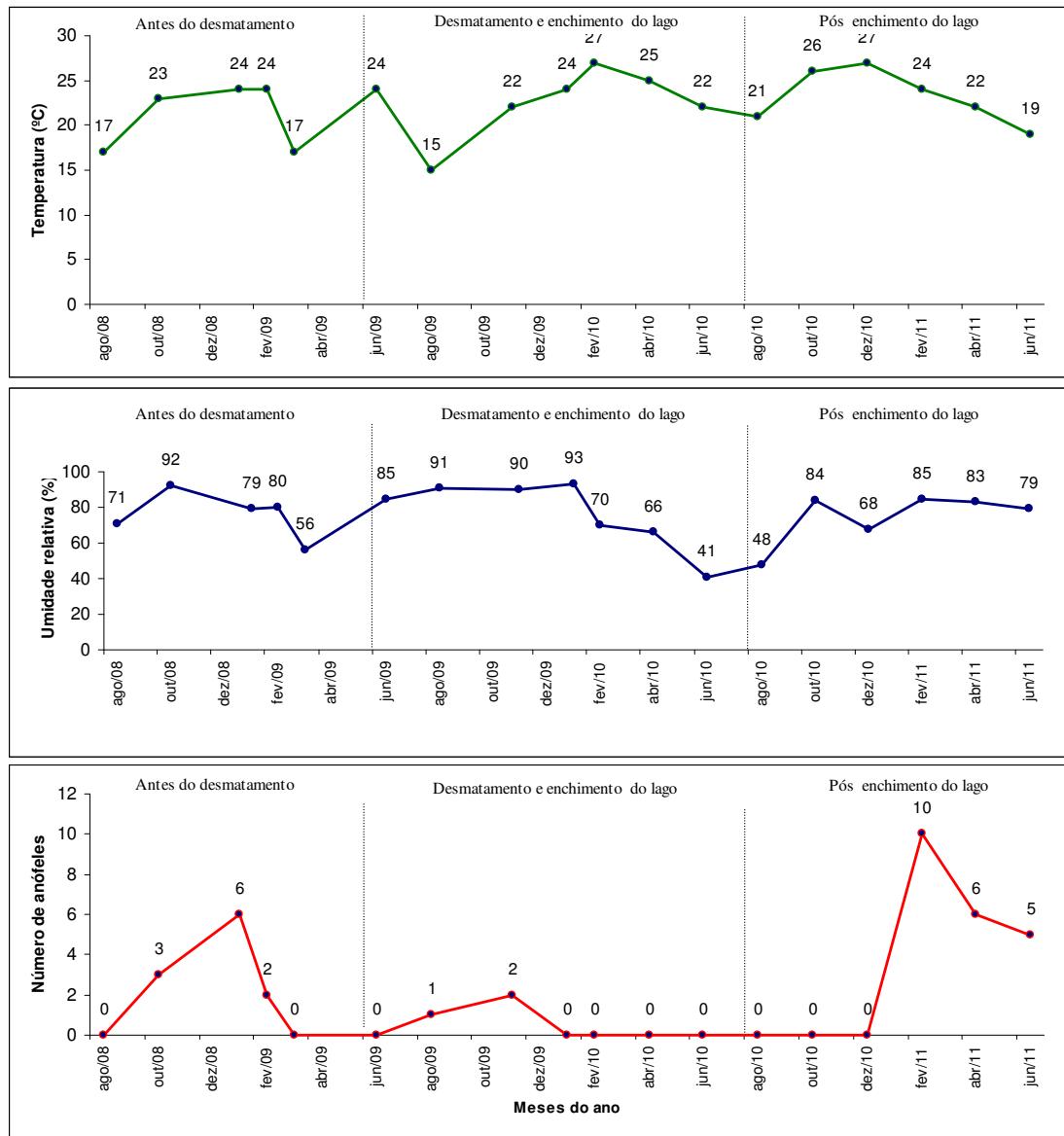


Gráfico organizado por: Santos, B.V.; Alves, G.F. 2011

3.2.3. Ponto 3 – Alto dos Carapinas

No ponto 3, antes do desmatamento da área a ser inundada ocorreram 5 capturas e nesse período foram identificados 56 anofelinos, durante o

desmatamento e enchimento do reservatório ocorrem 7 capturas e foram identificados 27 anofelinos, já após o enchimento do reservatório ocorreram 6 capturas e foram identificados 5 anofelinos. Também não houve relação de temperatura e umidade com a densidade dos anofelinos capturados.

Gráfico 3: Anófeles capturados de acordo com a temperatura ($T^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (UR%) no Ponto 3 (Alto dos Carapinas) no período de agosto de 2008 a junho de 2011 na área de influência da UHE Serra do Facão - GO

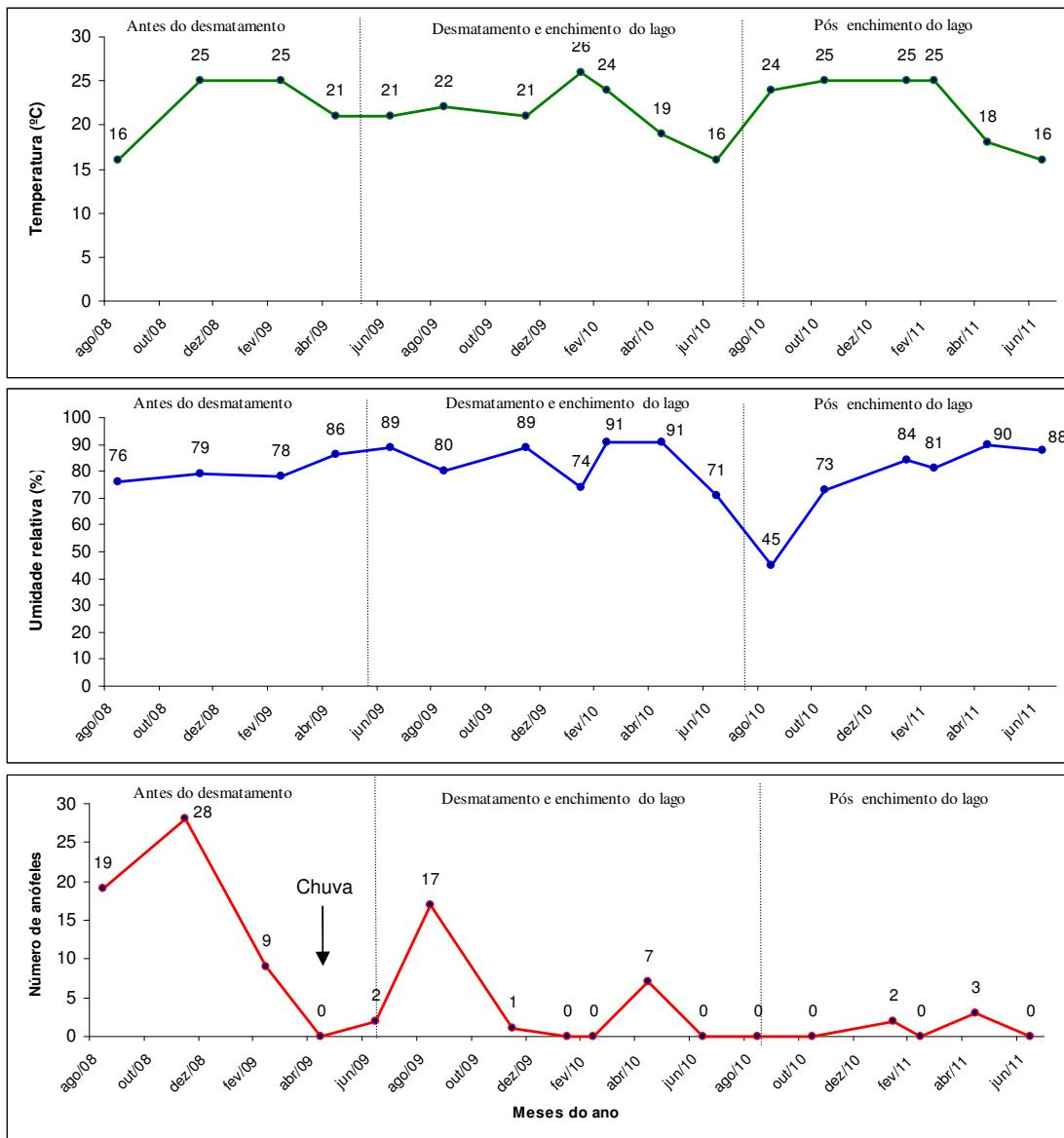


Gráfico organizado por: Santos, B.V.; Alves, G.F. 2011

3.2.4. Ponto 4 – Balsa Porto Pacheco

Nesse ponto, no período que antecedeu ao desmatamento da área a ser inundada) ocorreram 5 capturas e durante esse período foram identificados 12 anofelinos, no período de desmatamento e enchimento do reservatório ocorrem 7 capturas e não foi capturado nenhum anófeso, já o período pós enchimento do reservatório ocorreram 6 capturas e foram identificados 3 anofelinos.

Gráfico 4: Anófeles capturados de acordo com a temperatura ($T^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (UR%) no Ponto 4 (Balsa Porto Pacheco) no período de setembro de 2008 a julho de 2011 na área de influência da UHE Serra do Facão - GO

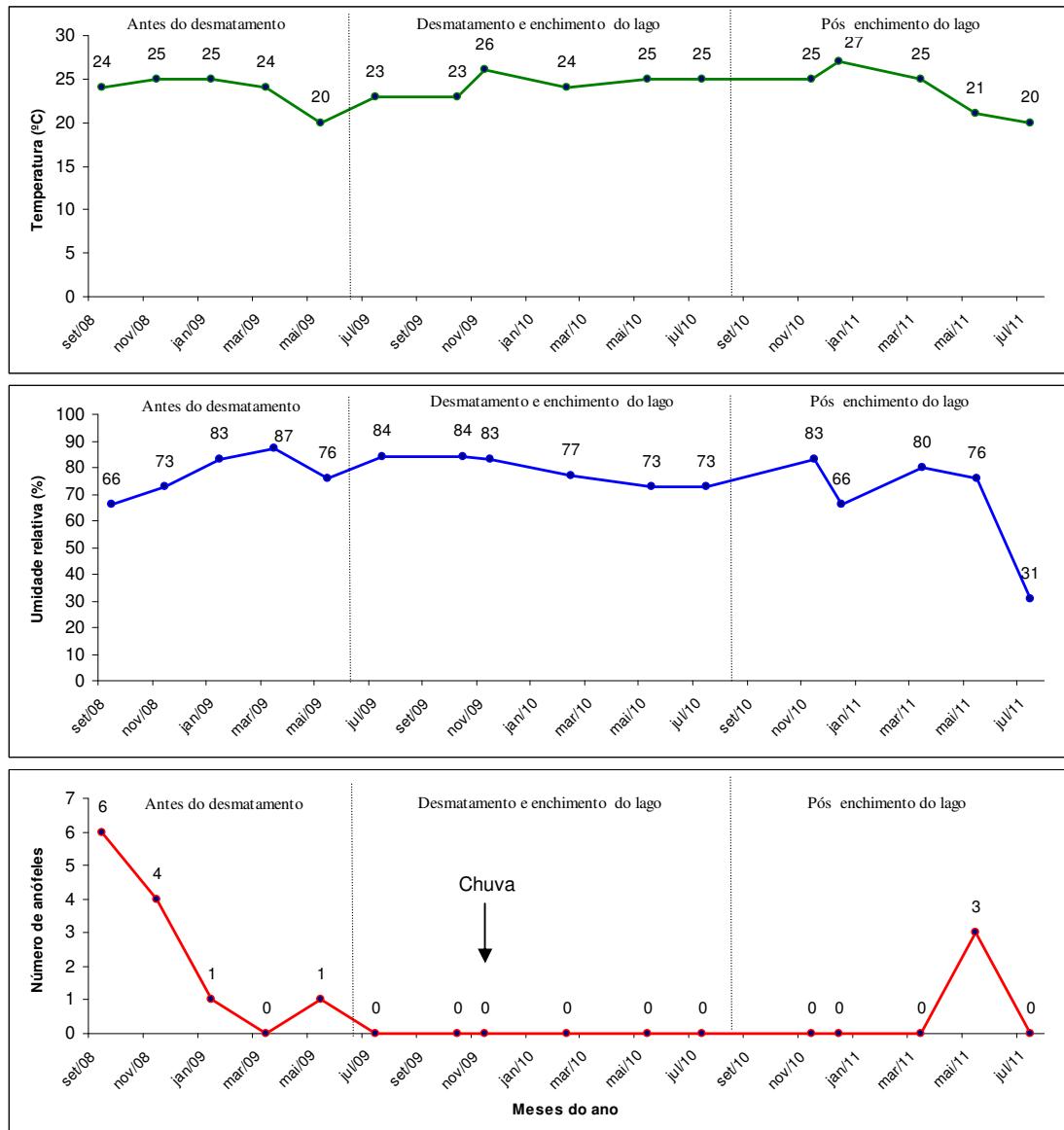


Gráfico organizado por: Santos, B.V.; Alves, G.F. 2011

Também não houve nesse ponto variação do número de anofelinos capturados de acordo com a temperatura e umidade relativa do ar.

3.2.5. Ponto 5 – Fazenda Rancharia

Antes do desmatamento da área a ser inundada ocorreram 5 capturas nesse ponto e nesse período foram identificados 6 anofelinos, durante o desmatamento e enchimento do reservatório ocorreram 7 capturas e foram identificados 14 anófeles, no período pós enchimento do reservatório ocorreram 6 capturas e foram identificados 3 anofelinos. Não houve variação do número de anofelinos capturados de acordo com a temperatura e umidade relativa do ar (Gráfico 5).

3.2.6. Ponto 6 – Balsa Manoel Souto

No ponto 6 durante o período que antecedeu o desmatamento da área a ser inundada ocorreram 5 capturas e foram identificados 14 anofelinos, no período de desmatamento e enchimento do reservatório ocorreram 7 capturas e não foram capturados anófeles nesse período, já no pós enchimento do reservatório ocorreram 6 capturas e foram identificados 321 anofelinos. Não houve variação do número de anofelinos capturados de acordo com a temperatura e umidade relativa do ar (Gráfico 6).

De acordo com os gráficos apresentados observamos que tivemos em alguns pontos intervalos de tempo maiores entre as capturas, isso ocorreu devido a dificuldade de acessibilidade em alguns pontos, principalmente após o enchimento do reservatório porque alguns proprietários das fazendas mantinham suas porteiras fechadas. Também houve aqueles dias em que não se capturou nenhum inseto devido à impossibilidade de instalação das armadilhas nos dias em que chovia bastante; como foi o caso do que ocorreu no ponto 1 (dezembro de 2008 e novembro de 2009), no ponto 3 (abril de 2009), no ponto 4 (novembro de 2009) e no ponto 5 (dezembro de 2010).

Gráfico 5: Anófeles capturados de acordo com a temperatura ($T^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (UR%) no Ponto 5 (Fazenda Rancharia) no período de setembro de 2008 a julho de 2011 na área de influência da UHE Serra do Facão – GO

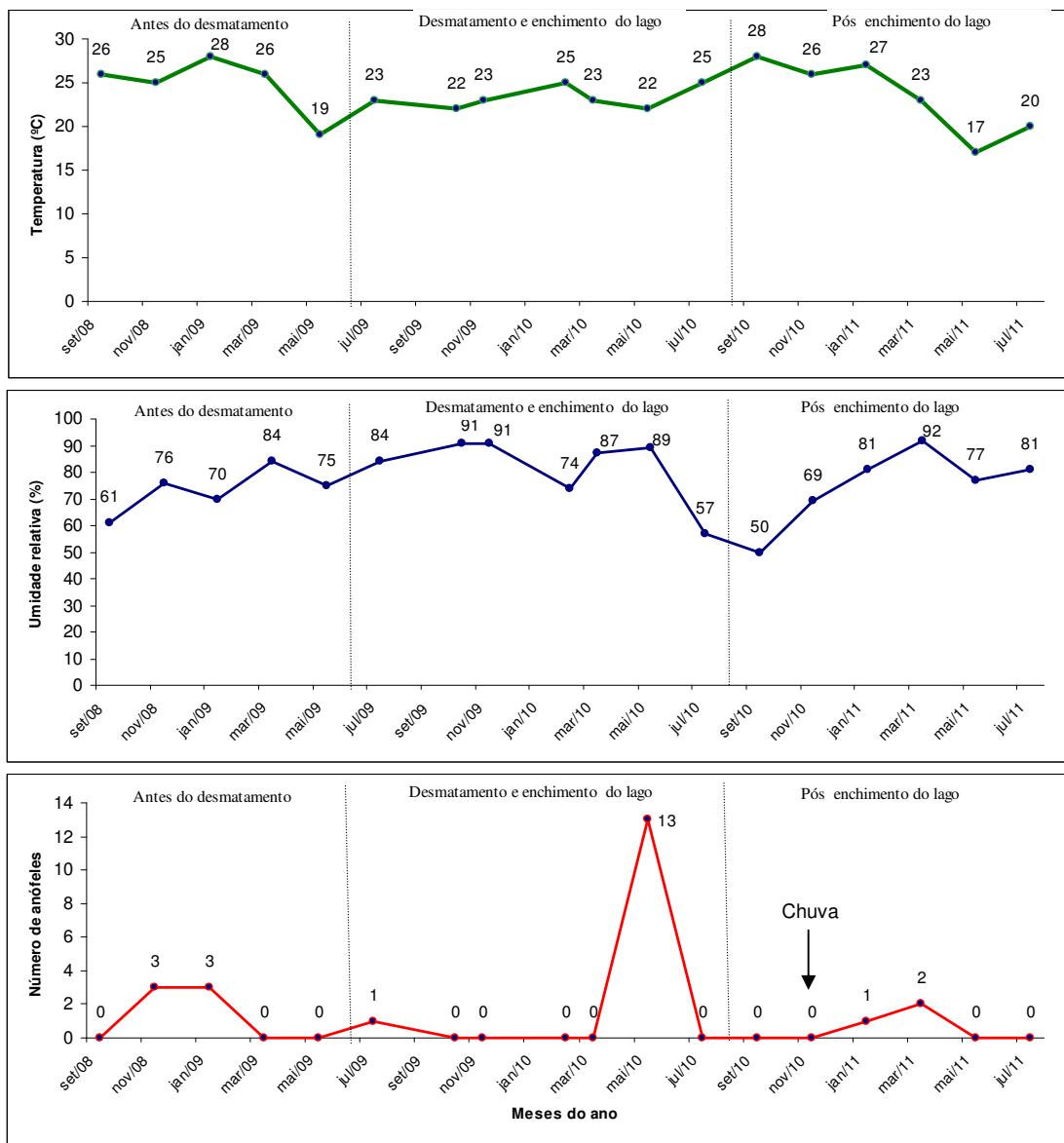


Gráfico organizado por: Santos, B.V.; Alves, G.F. 2011

Gráfico 6: Anófeles capturados de acordo com a temperatura ($T^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (UR%) no Ponto 6 (Balsa Manoel Souto) no período de setembro de 2008 a julho de 2011 na área de influência da UHE Serra do Facão – GO

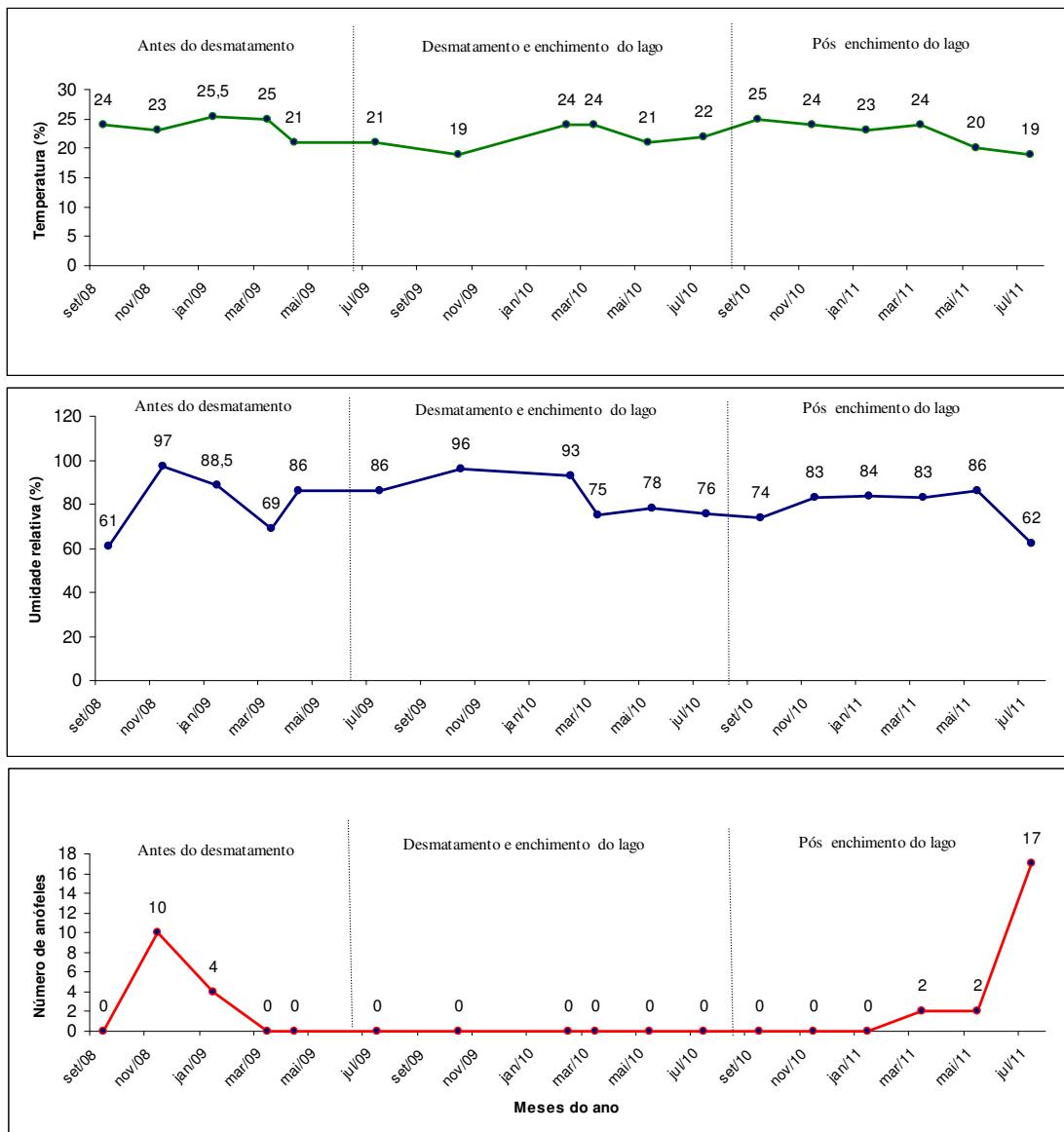


Gráfico organizado por: Santos, B.V.; Alves, G.F. 2011

Nota-se o ponto 3 foi o local que apresentou maior densidade e diversidade de insetos capturados e isso ocorreu principalmente nos períodos de abril a novembro de cada ano, e segundo Neves e Silva (1989), as duas épocas favoráveis para se capturar insetos, são as estações quentes com muita chuva, e, fresca, com pouca chuva, período que compreende os meses de abril a novembro, época em que os fatores ecológicos estão em combinação ideal permitindo um bom estímulo de hormônios e ferormônios, boa atividade reprodutiva e ainda facilidade na formação de criadouros e na obtenção de fontes alimentares. Contudo ainda dentro dessas duas estações pode existir fatores meteorológicos como ventos fortes, chuvas fortes e lua cheia que podem interferir de forma negativa na captura dos insetos.

As capturas dos insetos anófeles realizadas no período que antecedeu ao desmatamento da área a ser inundada contribuiu com o maior número de espécimes capturados, o que indica que nesta região já existia todo um ambiente favorável a sobrevivência desses vetores com existência de ambientes de matas que lhe garantiam a reprodução, fonte de alimento e abrigo.

O fato de ter ocorrido uma diminuição do número de insetos capturados durante o desmatamento pode estar relacionado também com a capacidade de vôo dos anofelinos, que com o desmatamento são obrigados a migrarem para outros locais. Quanto ao raio de vôo, há uma variação, dependendo da espécie e direção dos ventos, sendo que de espécie para espécie esse raio também varia, por exemplo, o *Anopheles cruzii* possui um raio de vôo igual a 1.5 km, o *Anopheles darlingi* é de 2 km e o do *Anopheles albitalis* é de 3 km. O tempo de vida também varia de acordo com o sexo, as fêmeas vivem mais que os machos, enquanto os machos vivem cerca de 30 dias, as fêmeas podem sobreviver aproximadamente de 60 a 100 dias, sendo que o ambiente onde se encontram inseridos também podem interferir no tempo de vida de cada um, dependendo se é mais frio ou quente, mais seco ou mais úmido e se possui maior ou menor abundância de alimento (BRASIL, 2005; REY, 1992).

Hayes e Ferraroni (1978), acreditam que o desmatamento afeta o contato do vetor com o homem, uma vez que a distância entre a floresta e as propriedades do entorno teria um limite para as espécies, principalmente os para os *Anopheles darlingi*. Chegaram a essa conclusão observando a relação entre a menor

quantidade de desmatamentos e a maior incidência de malária nos assentamentos a margem da BR-174, a medida que se distanciava da capital de Manaus.

Nota-se que o monitoramento dos insetos anofelinos após o enchimento do reservatório ocorreu durante 12 meses, e nesse período a densidade populacional dos insetos voltou a aumentar, porém esse período de monitoramento talvez não tenha sido suficiente para determinar o equilíbrio populacional das espécies. Após o enchimento do reservatório, uma grande área foi inundada e assim também muitos criadouros para as forma imaturas e abrigos para as formas aladas foram destruídos, e estando a planície de inundação coberta pela água do lago, desaparece a diversidade de habitats e em segmentos ao longo da nova margem potencializa-se a criação de condições favoráveis a formação de novos criadouros. Esse é um período em que não se observa mais a presença de animais silvestres no local, pois já foi feito o resgate dos animais para um local onde estarão protegidos. Esse fato contribui para que haja a diminuição da oferta de animais para as fêmeas de anófeles se alimentarem e com essa diminuição vai executar seu repasto sanguíneo em qualquer outra espécie como o próprio homem e os animais domésticos (NATAL, 2001).

Alguns estudos recentes investigaram sobre os efeitos da formação dos reservatórios nas populações da Família Culicidae e indicaram o favorecimento de *Anopheles darlingi* logo após as inundações (PAULA 2001, PAULA e GOMES, 2007). No reservatório de Igarapava, situado ao norte do estado de São Paulo, Tubaki et al. (2004) também relatam sobre o favorecimento desse vetor após o enchimento da represa, sendo inclusive o anofelino mais abundante na maioria dos habitats. Esse fato pode ser observado durante essa pesquisa, pois após o enchimento do reservatório foram identificados um grande número de exemplares de *Anopheles darlingi*.

Outro fato que se deve mencionar é que, de acordo com a valência ecológica algumas espécies possuem a capacidade de se adaptarem a diferentes ambientes enquanto que outras não conseguem sobreviver a novas condições ambientais (temperatura, umidade, abrigo, fonte alimentar) (SUDIA, 1962); talvez isso também explique o desaparecimento de algumas espécies de anofelinos enquanto que outras se mantiveram presentes.

4. CONCLUSÕES

Os ecossistemas se mantêm equilibrados por um conjunto de forças e condições naturais que buscam um estado de menor energia, em equilíbrio dinâmico. Quando interferências externas, principalmente relacionadas às atividades humanas aumentam a entropia, o sistema fica descompensando em termos de matéria e energia, em situação momentânea de desequilíbrio, até que as forças ambientais se reequilibram. É isto que ocorre em uma área que foi submetida às alterações ambientais produzidas pela construção de uma usina hidrelétrica. Cessando a ação que gerou o desequilíbrio, alcança-se um novo estado de equilíbrio, que pode resultar em modificações como redução ou desaparecimento de algumas espécies biológicas, ou ao contrário, pode resultar em uma maior densidade de determinadas espécies biológicas.

A construção da Usina Hidrelétrica Serra do Facão provocou desmatamentos de remanescentes da vegetação nativa, inundação de terras, e modificação no regime hidrológico dos rios. O que nos importava saber nesta pesquisa eram quais as consequências que estas modificações ambientais produziriam na fauna anofélica e os riscos de surtos de malária nesta área que é não endêmica.

Os dados demonstraram que a densidade e diversidade da fauna anofélica existente na área de influência do reservatório da UHE Serra do Facão foram alterada, com as transformações ambientais: destruição e recriação de nichos ecológicos.

Dentre os locais monitorados antes, durante e depois da formação do reservatório da Usina Hidrelétrica Serra do Facão, o ponto 3 (alto das Carapinas), localizado no município de Catalão foi o que apresentou a maior densidade e a maior diversidade das espécies de anófeles capturadas, isso porque este é o local de remanescente de vegetação nativa (cerradão) maior e mais preservado, mantendo condições propícias a manutenção de nichos de abrigo e alimentação para os insetos. Em princípio, poderia representar um maior risco de transmissão de malária.

O rendimento das capturas foi maior (43,9%) no período antes dos desmatamentos realizados na área a ser inundada. Durante os desmatamentos, a densidade da população anofelina reduziu bastante. Após o enchimento do

reservatório, o rendimento das capturas, novamente, voltou a crescer (30,24%), demonstrando que estava ocorrendo um aumento na densidade populacional dos anófeles. Provavelmente, neste período, após o enchimento do reservatório, o ecossistema esteve se reequilibrando e, juntamente, a população de anofelinos. Seria necessário, continuar o monitoramento entomológico, porque doze meses de monitoramento após o enchimento do reservatório não foi suficiente para acompanhar o reequilíbrio da fauna anofélica.

Das treze espécies de anófeles capturadas, as espécies vetoras primárias da malária, *Anopheles darlingi* e *Anopheles albitalis* foram as que apresentaram maior densidade populacional. Ainda que a região não esteja localizada em área endêmica de transmissão, deve-se considerar a presença dos vetores e uma eventual chegada de indivíduos portadores de malária para se estabelecer o risco da ocorrência de surtos epidêmicos.

Foi durante o período de verão, chuvoso, que as capturas tiveram maior rendimento. Entretanto, não foi encontrada nenhuma relação de correspondência entre a maior densidade de capturas de anófeles com as condições de temperatura e unidade relativa do ar e, ainda, nos dias com vento forte e/ou chuva nada se capturava.

De acordo com essas observações, torna-se evidente a necessidade de dar continuidade ao monitoramento entomológico na área diretamente afetada pela UHE Serra do Facão. A SEFAC, juntamente com as autoridades de saúde dos municípios afetados pela construção da Usina Hidrelétrica Serra do Facão devem manter a vigilância entomológica, porque depois das fortes interferências ambientais produzidas pela formação do reservatório da Usina Hidrelétrica, o ecossistema ainda está se reequilibrando, o que geralmente ocorre de 3 a 5 anos após a formação do lago.

Como acontece no entorno de todos os reservatórios de usinas hidrelétricas, já está ocorrendo um reordenamento territorial com a implantação de projetos imobiliários e de turismo, o que ampliam as alterações ambientais na região, por isso, deve-se dar continuidade ao programa de vigilância epidemiológica, não para monitorar os efeitos, mas avaliar os determinantes, riscos e danos à saúde das populações humanas que vivem nestes territórios afetados pela construção da UHE Serra do Facão, baseando-se nos princípios da integralidade e promoção da saúde,

sempre considerando a participação e o protagonismo dos indivíduos e coletividades.

Dentro de um programa de vigilância e promoção da saúde, devem ser realizadas ações educativas permanentes junto à população local das comunidades rurais e aquela população flutuante que frequenta a área para o lazer, principalmente em fins de semana e feriados.

Os agentes de saúde devem sempre orientar a população sobre os riscos de transmissão das principais endemias transmitidas por mosquitos e sobre os cuidados com a proteção individual e coletiva, tais como:

- Uso de roupas claras e com manga longa, durante maior exposição aos insetos;
- Uso de repelentes, que deverá ser aplicado nas áreas expostas da pele, seguindo a orientação do fabricante;
- Uso de medidas de barreira, tais como telas nas portas e janelas, ar condicionado e mosquiteiro;
- Em casos extremos, o uso de controle químico sob avaliação das autoridades sanitárias.

REFERÊNCIAS

AYOADE, J.O. Classificações climáticas e climas Regionais. In: _____.

Introdução a Climatologia dos Trópicos. 4.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. cap.11, p.224-254.

BRASIL. Energia Hidrelétrica. Disponível em:

<<http://www.brasilescola.com/geografia/energia-hidreletrica.htm>>_ Acesso em: 15 ago 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de**

Vigilância Epidemiológica. Brasília, DF, 2005. Disponível em :

<<http://www.bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/> Guia_Vig_Epi_novo2.pdf >
Acesso em: 22 ago 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Ações de**

Controle da Malária: manual para profissionais de saúde na Atenção Básica.

Brasília, DF, 2005. 56p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia prático de**

tratamento da malária no Brasil. Brasília, DF, 2010. Disponível em:

<http://www.portal.saude.gov.br/.../guia_pratico_tratamento_malaria_brasil_2602...pdf> Acesso em: 20 nov 2011.

CHEERS. Fêmea de *Anopheles* alimentando-se de sangue humano, 2005.

Disponível em: <<http://www.tomsbrain.com/literature/mosquito.html>>. Acesso em: 30 ago 2009.

CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. de. **Principais mosquitos de Importância Sanitária no Brasil.** Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1998. 224p.

DE CARLI, G. A. **Parasitologia Clínica**. Seleção de Métodos e Técnicas de laboratórios para diagnósticos das Parasitoses Humanas. 2ed. São Paulo: Atheneu, 2007.

DUNAVAN, C. P. Como deter a malária. **Scientific American- Brasil**. Edição n 46, 2006.

SCUBADIVER. Escala da força dos ventos de Beaufort. 2004 Disponível em: <<http://www.scubadiver.com.br/scubadiver/ventos.html>> Acesso em: 26 Nov 2010.

FERRETE, J. A. **Fauna Anofélida das Áreas de Implantação das Barragens das Usinas Hidrelétricas Capim Branco I e Capim Branco II, na Bacia do Rio Araguari, no Município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil**. 2004. 156 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

FORATTINI, O. P. **Culicidologia Médica**: identificação, biologia e epidemiologia. São Paulo: Edusp, 2002. p.383 - 400.

GOMES, A. C. Vigilância entomológica. **Inf. Epidemiol SUS 2002**; 11(2): 79-90.

GUIMARÃES, A. É. et al. Ecologia de Anophelinae (Diptera, Culicidae), vetores de Malária em áreas da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, estado de Goiás, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, n. 1, p. 291-302, 2004.

HAYES, J.; FERRARONI, J.J. Ocorrência de malária numa estrada recém construída no Amazonas. **Acta Amazônica**. 1978, 8(3): 397-407.

LAGEM, LABORATÓRIO DE GEOGRAFIA MÉDICA E VIGILANCIA EM SAÚDE AMBIENTAL. **Relatório anual do projeto Serra do Facão, GO**. 2008. 60p.

LAGEM, LABORATÓRIO DE GEOGRAFIA MÉDICA E VIGILANCIA EM SAÚDE AMBIENTAL. **Relatório anual do projeto Serra do Facão, GO**. 2009. 53p.

LAGEM, LABORATÓRIO DE GEOGRAFIA MÉDICA E VIGILANCIA EM SAÚDE AMBIENTAL. **Relatório anual do projeto Serra do Facão, GO.** 2010. 48p.

LIMA, S.C. **Complexos Técnico-Patogênicos, Malária, Globalização e as Mudanças Climáticas.** 2007. 97f. Relatório final –Tese (Pós-doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, S.P. 2007.

MEDICA, D.L; SINNIS, P.; Quantitative dynamics of Plasmodium yoelii sporozoite transmission by infected anopheline mosquitoes. **Infection and Immunity**, v.73, p.4363-4369, 2005.

MUELLER, I.; GALINSKI , M.R.; BAIRD, J.K.; CARLTON, J.M.; KOCHAR, D.K.; ALONSO, P.L.; DEL PORTILLO, H.A.; Key gaps in the knowledge of Plasmodium vivax, a neglected human malaria parasite. **The Lancet Infectious Diseases**, v.9, 2009.

MOURA, R.C.S. **Cadernos de Saúde Pública.** UFRJ. *Núcleo de Estudos de Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, 2001.

NATAL, D. **Efeitos da inundação sobre culicídeos, com ~enfase na população de *Aeds scapularis* (RONDANI, 1848), da área de influência de Porto Primavera.** 2001. 83f. Tese (livre docência) – Departamento de Epidemiologia da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

NEVES, D.P.; SILVA, J.E.da. Ecótopos e Comportamento. In _____. **Entomologia Médica:** captura, comportamento e montagem. Belo Horizonte: COOPEMED, 1989. cap.6, p.55.

OLIVEIRA, M.S. **Avaliação ecológica de anofelinos (Diptera: Culicidae) em áreas sob influência do Aproveitamento Múltiplo de Manso, Mato Grosso,**

Brasil. 2004. 82 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Parasitária) – IOC. *Instituto Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro, 2004.

OMS. Organização Mundial de Saúde. **World Malaria Report 2010**. Disponível em : http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241564106_eng.pdf. Acesso em: 19/11/2011.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. **Malaria in the Americas**: time series epidemiological data from 2000 to 2007. Disponível em : <<http://www.paho.org/English/AD/DPC/CD/mal-americas-2007.pdf>.> Acesso em : 17nov 2011

PAULA, M.B. de. **Fauna de culicídeos (Díptera: Culicidae) em área sobre influência do Porto Primavera, Município de Presidente Epitácio, São Paulo**. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da USP, 2001.

PAULA, M.B. de.; GOMES, A.C. Culicidae (Díptera) in a dam construction área in state of São Paulo. **Revista de Saúde Pública**. 2007, 41: 284 – 289.

PONTES, Z.M.F. **Análise das implicações dos anofelinos (Diptera: Culicidae) no entorno do Aproveitamento Múltiplo de Manso, Estado de Mato Grosso, Brasil**. 2009. 104 f. Dissertação de Mestrado – Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Rio de Janeiro, 2009.

REY, L. **Parasitologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

REY, L. **Bases da Parasitologia Médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

SHANNON, R. 1939. Methods for collecting and feeding mosquitos in jungle yellow fever studies. **American Journal of Tropical medicine** 19: 131- 138, 1939.

SEFAC. Foto do canteiro de obras e a área de influência da UHE Serra do Facão-Goiás, Brasil, 2008. Disponível em: <http://www.alcoa.com/.../environment_serradofacao.asp>. Acessado em: 31 out 2009.

SIVEP. Portal da Saúde. Sistema de Informações de Vigilância Epidemiológica, Brasília, DF, 2009. Disponível em: <http://www.saude.gov/sivep_dda> Acesso em: 12 ago 2011.

SUDIA, W. D.; CHAMBERLAIN, R. W. Battery operated light trap, an improved model. **Mosquito News** 22:126-129, 1962.

TEODORO, U. et al. Culicídeos do lago de Itaipú, no rio Paraná, sul do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 29, n. 1, p. 6-14, 1995.

TUBAKI, R. M. et al. Studies in monitoring mosquito species frequency in riverine habitats of Igarapava Dam, Southern Region, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 46, n. 4, p. 223-229, 2004.

UBERLÂNDIA. Secretaria Municipal de Planejamento. **BDI-Banco de Dados Integrados**. Uberlândia, 2005. v.1. p. 26-28.