



Riacho Cavouco: que riacho é esse?

Maria Betânia Melo de Oliveira
Gilberto Gonçalves Rodrigues
Kenia Valença Correia


Editora
UFPE

RIACHO CAVOUCO: QUE RIACHO É ESSE?

ORGANIZADORES:

MARIA BETANIA MELO DE OLIVEIRA

GILBERTO GONÇALVES RODRIGUES

KENIA VALENÇA CORREIA

RIACHO CAVOUÇO: QUE RIACHO É ESSE?



RECIFE, 2017

Universidade Federal de Pernambuco

Reitor: Anísio Brasileiro de Freitas Dourado

Vice-Reitora: Florisbela de Arruda Camara e Siqueira Campos

Diretor da Editora: Lourival Holanda

Vice-Diretor: Diogo Cesar Fernandes

Comissão Editorial

Presidente: Lourival Holanda

Editor Chefe: Eduardo Cesar Maia

Titulares: Alberto Galvão de Moura Filho, Allene Carvalho Lage, Anjolina Grisi de Oliveira de Albuquerque, Dilma Tavares Luciano, Eliane Maria Monteiro da Fonte, Emanuel Souto da Mota Silveira, Flávio Henrique Albert Brayner, Luciana Grassano de Gouvêa Melo, Otacílio Antunes de Santana, Rosa Maria Cortês de Lima, Sonia Souza Melo Cavalcanti.

Suplentes: Charles Ulises de Montreuil Carmona, Edigleide Maria Figueiroa Barretto, Ester Calland de Souza Rosa, Felipe Pimentel Lopes de Melo, Gorki Mariano, Luiz Gonçalves de Freitas, Madalena de Fátima Pekala Zaccara, Mário de Faria Carvalho, Sérgio Francisco Serafim Monteiro da Silva, Sílvia Helena Lima Schwanborn, Tereza Cristina Tarragô Souza Rodrigues.

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Kalina Ligia França da Silva, CRB4-1408

R481 Riacho Cavouco : que riacho é esse? [recurso eletrônico] / organizadores: Maria Betania Melo de Oliveira, Gilberto Gonçalves Rodrigues, Kenia Valença Correia. – Recife : Editora UFPE, 2017

Inclui referências.
ISBN 978-85-415-0934-3 (online)

1. Universidade Federal de Pernambuco. 2. Lagos – Recife (PE). 3. Ecologia lacustre – Recife (PE). 4. Gestão ambiental – Recife (PE). I. Melo, Betânia (Org.). II. Rodrigues, Gilberto Gonçalves (Org.). III. Correia, Kenia Valença (Org.).

551.482 CDD (23.ed.) UFPE (BC2017-085)

APRESENTAÇÃO

Nosso Cavouco!

O livro “Riacho Cavouco: que riacho é esse?” mostra de forma magistral um grande patrimônio que a Universidade Federal de Pernambuco abriga em seu interior. É uma nascente que compõe o cenário institucional de uma das mais importantes Universidades do País.

Foi uma honra receber o convite para apresentar esta obra dos organizadores Kenia Valença, Betânia Melo e Gilberto Rodrigues, pelos quais tenho profunda admiração por fazerem circular temas tão importantes acerca daquilo que, aparentemente, é um simples riacho. Mais do que uma belíssima obra científica é, sobretudo, uma relação de amor para com um patrimônio a ser gerido e preservado por nossa instituição.

Este livro, que oportunamente chega às mãos do leitor, é produto de múltiplos olhares sobre o olho d’água do Cavouco. São sete capítulos que enxergam, além da nascente, uma fonte de inspiração científica e institucional, enquanto nosso legítimo representante de um passado, quando ainda não éramos UFPE, e também do presente, quando somos responsáveis por gerir o meio ambiente.

Quiçá tenhamos outros olhares atentos para que possamos fazer uma gestão mais consequente do Riacho Cavouco e de seu impacto sobre os recursos hídricos da Veneza Brasileira. Até porque, o Cavouco contribui para que o Capibaribe, outro importante vazante pernambucano, chegue ao mar com mais força e abundância.

Seja nesses escritos ou em outros debates acadêmicos, os autores reforçam a ideia de termos um institucional mais sustentável em todos os níveis, seja a partir do riacho, na economia da energia elétrica, na diminuição de papéis que circulam nos vários processos ou na gestão dos nossos ecossistemas.

O “Riacho Cavouco” é um livro de caráter multidisciplinar. Seus capítulos ecoam a história da própria nascente dentro da Universidade, avaliam a qualidade desse importante recurso hídrico, identificam biomarcadores enzimáticos para o monitoramento da nascente. E, preocupados com a saúde ambiental, os autores também identificam a *micobiota anemófila* nas proximidades da pista de Cooper que acompanha parte do seu transcurso.

No livro, o leitor encontra, ainda, uma importante discussão sobre os bioindicadores da qualidade da água do Cavouco, a perspectiva sistêmica de agrofloresta para o restauro da mata ciliar do riacho, o próprio riacho como matriz ecopedagógica e a gestão sustentável, que deve ter um caráter multirrefencial.

Por fim, espero que o leitor faça reverberar sua compreensão dos capítulos, na perspectiva de que tenhamos um grande patrimônio preservado por todos nós, numa relação estreita entre a cultura científica e o meio ambiente. Além de considerar o simbolismo que representa esse riacho em nossa comunidade acadêmica e a sustentabilidade ambiental enquanto princípio de governança, para não atropelarmos o Cavouco com a própria roda do moinho.

Edilson Fernandes de Souza

Pró-reitor de Extensão da UFPE

PREFÁCIO

Sentada na grama, observando o lago, a menina perguntou ao sábio o que a água tinha de tão especial.

- Me diga você – Respondeu o sábio. A menina sorriu, olhou para o sábio e depois para o lago.

- Não sei... A água me lembra vida e a falta dela me faz pensar na morte. – Ela esperou até que o sábio falasse. Só demorou um pouco.

- Interessante – Ponderou o sábio. A menina sorriu. – A água quando falta, não leva apenas a água. Ela leva a vida. A Seca seca a vida. Olhe nos olhos de uma pessoa sem água e você verá a seca no olhar dela.

- Espero que não seque quem vive fora dela. – O sábio olhou para menina, confuso. – Fora da seca, quero dizer. A voz de fora poderia ser de grande ajuda para lutar contra a escassez de água. – A menina sorriu sem sorrir. - Espero que a solidariedade ainda esteja em alta esses dias.

- Você tem sido solidária? – Perguntou o sábio querendo saber se a menina fazia a jus as suas palavras. A menina sorriu e mais uma vez olhou para o sábio.

- Ainda não sei. Não estou realmente viva... Então, talvez você pudesse me responder: Você está? – Em um piscar a menina se foi. E assim o sábio

percebeu que a menina era sua consciência. Não adianta ser sábio com as palavras se as ações para torna-las realidade são inexistentes.

- Ainda não. – respondeu o sábio ao vento. Não esperou um segundo para se levantar e fazer dele e da menina solidários.

Este texto “A Menina e o Sábio”, de Carolina Cadete Lucena Cavalcanti, aluna do sexto período de Ciências Biológicas Ênfase Ciências Ambientais, da UFPE nos faz refletir sobre a essência dos “corpos d’água” e dos seres. Da mesma forma, este livro “Riacho Cavouco – que riacho é esse?” tem o intuito de uma reflexão não somente acadêmica, ela surge da necessidade de um olhar diferenciado sobre a nascente e o curso do riacho Cavouco, desde sua origem, no *Campus* da Universidade Federal de Pernambuco, até confluir com o rio Capibaribe. Este livro traz aspectos da historicidade deste rio, com informações presentes e pretéritas, além de estudos dos compartimentos físicos e químicos da água, micro-organismos, sedimento e seus habitantes, qualidade da água e do ar; propostas de reflorestamento e ainda gestão deste bem tão nosso e tão precioso.

A intenção dos autores, reunida aqui em sete capítulos, traz esta mensagem com dados e informações científicas e uma contemporaneidade para a gestão deste corpo d’água. Desejo a todos uma ótima leitura!

Gilberto Gonçalves Rodrigues

Professor de Ecologia de Águas Continentais

Capítulo 1

UM RIACHO COM UM RIO DE HISTÓRIAS

Kênia Valença Correia¹

Iris Gabrielly Arruda dos Santos²

Rafael Pereira da Silva³

INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana do Recife (RMR) com uma área territorial terrestre de 2.766 km² possui 11 (onze) bacias fluviais principais (PINTO, 2006). Seu clima é do tipo litorâneo úmido com influência de massas tropicais marítimas, conferindo altas temperaturas, com média anual das máximas de 29,1°C e média anual das mínimas de 21,9°C, apresentando evaporação média anual em torno de 1.323mm (INMET, 2003). Os meses de dezembro a março configuram-se como o período mais quente, enquanto o menos quente ocorre entre os meses de junho a setembro. A precipitação média anual é de aproximadamente 2.451mm, sendo os meses mais chuvosos, junho e julho (CPRM, 2003).

De acordo com Espíndula e Santos (2004), os cursos d'água na RMR são perenes e apresentam altos índices de escoamento durante o período chuvoso, mas, podem vir a secar, na região noroeste, nas estiagens prolongadas.

O principal rio, que corta a região, é o Capibaribe, que tem 260 km de comprimento, sendo 33,2 km dentro da RMR. A área total de sua bacia hidrográfica é da ordem de 8.000 km². Durante a maior parte de seu curso é

1 PhD. em Ciências pela Universidad Nacional Autónoma de México e Profa. Adjunto do Departamento de Zoologia –UFPE

2 Mestre em Biologia Animal – Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

3 Bolsista PiBIC PROPESQ/UFPE – Graduando do Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da UFPE

intermitente, tornando-se perene pouco antes de adentrar a RMR, onde recebe como principais afluentes os rios Goitá, Tapacurá e Besouro (CPRM, Op. Cit.).

Inserido neste cenário, na área de domínio da antiga várzea do Capibaribe, encontramos o riacho Cavouco, com sua nascente no *Campus* Recife da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), localizada ao lado do Colégio de Aplicação. Com cerca de 6.000m de extensão e largura variável entre 2 a 15m, deságua no rio Capibaribe, do qual é um afluente de sua margem direita (ESPÍNDULA e SANTOS, 2004).

Em seu trajeto, o riacho Cavouco, que se encontra canalizado em grande parte de seu curso, partindo de sua nascente percorre algumas ruas do bairro da várzea que, por serem desprovidas de esgotamento sanitário, utilizam o mesmo como corpo receptor de seus efluentes.

Ao retornar ao *Campus* da UFPE pela Av. Acadêmico Hélio Ramos, recebe o descarte de efluentes hospitalares e substâncias químicas, em sua grande maioria sem tratamento prévio, oriundas dos Centros de pesquisa da própria Universidade. Deixando novamente o Campus da UFPE, o Cavouco percorre os bairros do Engenho do Meio, Iputinga e Monsenhor Fabrício, os quais são áreas densamente urbanizadas, continuando, em geral, como corpo receptor dos esgotos gerados nessas áreas, até o seu destino final (CALADO et al., 2002).

No concernente a Geomorfologia, o Cavouco situa-se em área de relevo plano, na porção oeste da Planície Costeira do Recife, a qual está constituída por sedimentos quaternários, limitando-se ao norte e ao sul com as colinas da Formação Barreiras, a oeste com os morros do Embasamento Cristalino e a leste com o Oceano Atlântico (ALHEIROS, 1998; ESPÍNDULA e SANTOS, 2004).

Com relação a sua biota, muito diversificada, está representada por espécies adaptadas a ambientes impactados. Frequentemente chama a atenção dos transeuntes os cágados da espécie *Phrynos geoffroanus* (Schweigger, 1812) que, juntamente com os peixes de diferentes espécies, podem ser vistos, regularmente.

No final da década de 1980, o riacho Cavouco sofreu uma intervenção paisagística na área de sua nascente, a qual foi transformada

em um lago artificial, com delimitação de suas margens e aporte de águas em seu leito.

Vinte e quatro anos depois, Espindula e Santos (2004), fazendo menção ao referido lago, desperta a nossa atenção ao afirmar que:

“Atualmente, serve de aporte para águas de drenagem pluvial, devido a um sistema de drenagem voltada para o seu leito. Durante o período seco, o riacho recebe água, a partir de um sistema de bombeamento, com o objetivo de manter o seu volume de água. Esse lago já recebeu os mais variados dejetos. Contudo, atualmente, só recebe a drenagem da água da chuva”.

Pelo atual estado de degradação no qual se encontram tanto o lago nascedouro do Cavouco quanto o próprio riacho, em todo o seu curso pelo *Campus* universitário, a afirmação acima evidencia que a UFPE, frente à crise hídrica global já estabelecida, vem acumulando passivos ambientais, comprometendo assim os aspectos ambientais, sociais, culturais, econômicos e políticos, vinculados à questão dos recursos hídricos do manancial local e configurados como uma responsabilidade socioambiental da instituição.

CAVOUCO: NAVEGANDO EM SUA HISTÓRIA

A história do riacho Cavouco, dos usos e ocupação de sua microbacia geográfica, ainda que não ressaltada na bibliografia consultada, encontra-se refletida na história da colonização da Cidade do Recife, desenrolada a partir da metade do século XVI, onde as primeiras terras da várzea do Capibaribe foram divididas entre os colonos.

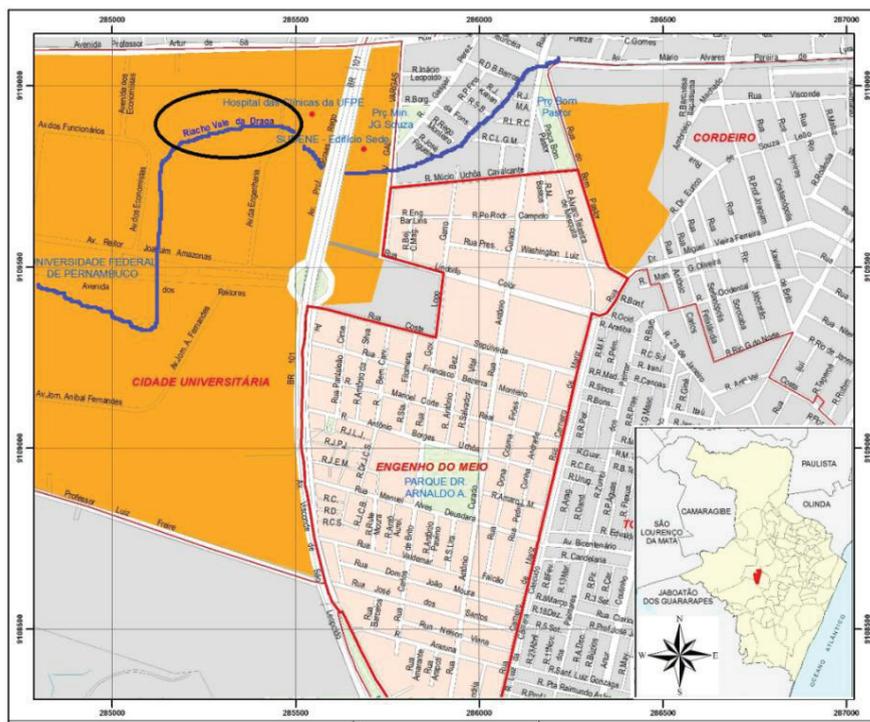
Nessas, consideradas de excelente posição e ótimas para a agroindústria do açúcar, sugeriram vários engenhos de cana de açúcar entre eles o Engenho São João, Engenho Santo Antônio e Engenho do Meio, cujas produções eram escoadas em canoas até o Porto do Recife (ANDRADE, 2009).

O Engenho do Meio tem sua história ligada à origem do bairro que leva o seu nome, o qual surgiu de uma povoação formada em torno de suas

terras nas quais nascia o Cavouco, denominado atualmente, riacho Vale da Draga, no Mapa do Sistema Viário da cidade do Recife (Figura 1).

De acordo com Mello (2013), no século XVII, o Engenho do Meio, de propriedade de Álvaro Velho Barreto, foi confiscado pelos holandeses, totalmente destruído, restando apenas suas terras, as quais em 1625 foram vendidas a Carlos Francisco Drago. Em 27 de maio de 1637 foram revendidas a Jacob Stachouwer, em Iputinga, por 62.000 Florins (ARAÚJO, s/data). Este as repassou para João Fernandes Vieira, que reconstruiu o engenho e, em 1645 em sua propriedade, levantou um forte de terra chamado Arraial Novo do Bom Jesus, cujas ruínas hoje podem ser localizadas na Av. do Forte, s/n, no Bairro do Torrões.

Figura 1. Mapa do Sistema Viário da cidade do Recife (Modificado). (CDU, Cordeiro e Engenho do Meio) destacando o riacho Vale da Draga.



Fonte: <http://www2.recife.pe.gov.br/a-cidade/perfil-dos-bairros/rpa-4/engenho-do-meio/engenho-do-meio-2/#sthash.dAbDtp4b.dpuf>. Acesso em: 24/02/2014.

Com a morte de João Fernandes Vieira, em 1686, o Engenho do Meio passou a pertencer a Maria Cezar, sua viúva e até os dias atuais as ruínas da fundação da casa grande, a qual existiu até a década de 40 e foi demolida quando da construção dos primeiros edifícios da UFPE (MELLO, 2013), ainda podem ser vistas no canteiro central do *Campus* (Figura 2), quase em frente à Biblioteca Central (SANTOS-FILHO *et al.*, 2012).

O local de sua construção, em frente ao Centro de Informática e por trás do Centro de Convenções da UFPE encontra-se marcado por um monumento, também conhecido como o Pico de João Fernandes Vieira (Figura 3).

Figura 2. Detalhe das ruínas da casa grande do Engenho do Meio no canteiro central do *Campus* Recife da UFPE.



Fonte: Kênia Correia

Figura 3. Estátua de João Fernandes Vieira, em tamanho natural, marcando o local onde existiu a casa grande do Engenho do Meio, no *Campus* da UFPE.



Fonte: Kênia Correia

Em 1948, nas terras do Antigo Engenho do Meio, por suas condições climáticas e topográficas, além de já existir uma avenida projetada para o local, foi definida a construção do *Campus* da Universidade Federal de Pernambuco, idealizado originalmente pelo arquiteto italiano Mario Russo, em 1949. Em 1955 sob a chefia do arquiteto Lucena e Melo, “é desenhado um novo plano urbanístico para o Campus da UFPE. Nesse plano, é desenhado um caminho para pedestres, ao longo do riacho Cavouco, que adentra o bosque como tinha proposto Russo em 1951” (CABRAL,2006). Entre as décadas de 50 e 60 as faculdades foram sendo inauguradas e com seus prédios chegaram professores, funcionários e alunos, alguns dos quais optaram por morar perto das suas atividades, o que estimulou a moradia na localidade (BRADLEY et al., 2011). No entanto, somente em 1997 a área da cidade do Recife foi distribuída em seis Regiões Político-Administrativa (RPAs) que globalizam-se em 94 bairros, ficando a região da antiga sede do

Engenho do Meio, integrando a RPA-4, sendo então denominada Bairro Cidade Universitária.

Nas antigas terras da várzea do Capibaribe, hoje assentam-se os bairros de Brasilit, Iputinga, Monsenhor Fabrício, Várzea, Engenho do Meio, Cidade Universitária, Cordeiro, Madalena e Torre (CAVALCANTI, 2006), e é através da maioria deles que o Cavouco continua a serpentear, hoje em visível agonia, cumprindo o seu destino de unir-se, mesclar-se, tornar-se um com o grande rio das capivaras (Capibaribe), que o levará irremediavelmente para o mar.

REFERÊNCIAS

ALHEIROS, M. M., 1998. **Riscos de Escorregamento na Região Metropolitana do Recife**. Instituto de Geociências da UFBA. Salvador. Tese de Doutorado. p. 62-69.

ANDRADE, M.C. **Iputinga (bairro, Recife)**. Pesquisa Escolar Online, Fundação Joaquim Nabuco, Recife. Disponível em: <<http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/>>. Acesso em: 13/ 02/ 2014.

ARAÚJO, O.B. **Museu Virtual**. http://www.arquivojudaicope.org.br/museu_virtual_autores_detalhe.php?id=7. Acesso em: 20/02/2014

BORBOREMA, A. C. B. A.; ANDRADE, H. J. L. F.; MARQUES DE SÁ, L.A. C., 2011. Da Cartografia dos Antigos Engenhos à Cartografia Holandesa e Portuguesa **Anais do I Simpósio Brasileiro de Cartografia Histórica** – Paraty, 10 a 14 de maio de 2011.

BRADLEY, 2011. Cidade Universitária, Bairros do Recife, novembro 2011 <http://www.revistaalgomais.com.br/blog/wp-content/ea/tudobairros.pdf>

CABRAL, R. C. 2006. **Mario Russo: um arquiteto italiano racionalista em Recife**. Editora Universitária UFPE, Recife. 291p.

CALADO, S. C. S., SILVA, A. M. R. B. & SILVA, V. L., 2002. Qualidade da Água do Riacho Cavouco - Recife/PE. **XLII Congresso Brasileiro de Química**. Rio de Janeiro. Resumos. p. 66.

CAVALCANTI, **Parte I | Dois Projetos Ambiciosos** | A Nova Lusitânia
http://www.intg.org.br/teste/afortunado/olivro/pdf_dividido/quintaparte/XIV.ALOGiSTICAeALocalizaCaOeSTRATeGICA126.pdf. Acesso em: 13/2/2014.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. 2003. **Sistema de informações geoambientais da Região Metropolitana do Recife**. Coordenador: Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff. Recife. 119p.

ESPINDULA J. C. & SANTOS A. C. 2004. Características Hidrogeológicas e Vulnerabilidade do Aquífero Freático na Área do Cemitério da Várzea – Recife/PE. XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. **Revista Águas Subterrâneas**, v. 28, n. 1 (2014) São Paulo, Brasil.

GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO, 1986. **Decreto Nº 11.515 de 12 de junho de 1986**. Enquadra os cursos d'água da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe, na classificação de que trata o Decreto nº 7.269, de 05 de junho de 1981, e dá outras providências

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. 2003. **Normal Climatológica do Período de 1962 a 1990 e Dados de Precipitação, Evaporação e Temperatura de outubro de 2002 a setembro de 2003**. 3º DISME. Recife. 2p

MELLO, 2013. http://www.recife.pe.gov.br/fccr/agenda/index_eventos.php?AgendaEdicaoAno=2013&AgendaEdicaoNumero=211&TiposEventosCodigo=33. Acesso em 12/2/2014.

PINTO, E. F. L. 2006. **Gestão dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário da Região Metropolitana do Recife e suas relações com o meio ambiente**. 127 folhas: il., fig., tab., quadros. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. CCSA. Gestão Pública.

SANTOS-FILHO, P. Q; ROCHA, M. O. S. 2012. **Recife Lugar de Memória**. Recife: SDHSC - Secretaria de Direitos Humanos e Segurança Cidadã, Prefeitura do Recife. Ministério da Justiça, Pronasci. AERPA Editora. 104p.: il.
http://www.recife.pe.gov.br/fccr/agenda/index_eventos.

Capítulo 2

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE HÍDRICA DO RIACHO CAVOUÇO POR MEIO DE VARIÁVEIS FÍSICAS E QUÍMICAS DA ÁGUA

Marlyete Chagas de Araújo¹

Maria Betânia Melo de Oliveira²

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função de múltiplos impactos ambientais advindos do lançamento de grandes quantidades de efluentes sem tratamento adequado e/ou com intensidade, concentração e características discordantes dos padrões estabelecidos em legislação (FRINHANI E CARVALHO, 2010). Como consequência, tem-se observado uma expressiva queda da qualidade da água, perda de biodiversidade aquática, além de desequilíbrios à fauna, à flora e aos ciclos biogeoquímicos (BEM, 2009). O comprometimento da integridade dos ecossistemas é a principal consequência dessa ação. Esse comprometimento ocorre tanto por fontes pontuais quanto por fontes difusas, sendo esta última, tipicamente, de difícil controle e monitoramento (COSTA et al., 2008).

Rios e riachos são os ecossistemas de água doce que mais têm sido influenciados pela poluição ambiental ocasionada, principalmente, pelo descarte inadequado de efluentes. Vários autores vêm alertando para os sérios riscos e consequências da contaminação desses ecossistemas. Algumas pesquisas abordam os impactos sobre a fauna aquática, enquanto outros avaliam a carga poluidora e determinam as concentrações letais e

1 Mestranda em Ciências Biológicas – Universidade Federal de Pernambuco/ UFPE

2 Dr^a. em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pernambuco e Professora Adjunto do Departamento de Bioquímica - CCB/UFPE

subletais de diferentes substâncias, bem como suas alterações na dinâmica das cadeias alimentares aquáticas (PENATTI E GUIMARÃES, 2011). Há, ainda, pesquisas que estabelecem modelos capazes de identificar variáveis naturais e antropogênicas relacionadas com as concentrações de contaminantes e poluentes em bacias hidrográficas (PADOVESI-FONSECA et al., 2010).

O Brasil possui legislações específicas referentes à qualidade da água. Uma delas é a Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005), que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, estabelecendo limites individuais a cada substância a ser analisada. Essa Resolução estabelece que corpos hídricos classe II, caso do riacho analisado neste trabalho, devem manter como uma de suas funções ecológicas o equilíbrio das comunidades aquáticas e, em seu artigo 34, parágrafo primeiro, postula que “o efluente não deverá possuir potencial efeito tóxico aos organismos aquáticos no corpo receptor...”. A vigência dessa resolução possibilita o monitoramento da qualidade das águas e controle de fontes emissoras de poluentes.

No trecho que percorre dentro do *Campus*, esse riacho recebe um aporte de carga poluidora de resíduos químicos provenientes dos laboratórios de ensino e pesquisa, resíduo hospitalar, além de despejos domésticos oriundos da população circunvizinha. Em decorrência dessa carga poluidora, este trabalho objetivou avaliar a qualidade hídrica desse riacho em termos de manutenção da vida aquática, e o possível impacto ambiental causado pelo descarte inadequado de efluentes, através de variáveis físicas e químicas da água.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para verificar a qualidade das águas do riacho Cavouco, foram coletadas amostras de água em cinco pontos da UFPE: Nascente (P1), Ponte do Centro de Tecnologia e Geociências – CTG (P2), Ponte da Biblioteca Central – BC (P3), Ponte do Laboratório de Imunopatologia Keizo Asami – LIKA (P4) e Ponte do Hospital das Clínicas - HC (P5) (Figura 1). A coleta dos dados ocorreu em dois períodos distintos, especificamente

em dezembro de 2012 e junho de 2013, correspondendo aos períodos de estiagem e chuvoso, respectivamente.

Figura 1. *Campus da UFPE, mostrando os pontos do trecho estudado do riacho Cavouco.*



Fonte: Google Earth, dados cartográficos 2013.

A coleta da água foi realizada em uma profundidade média de aproximadamente 10 cm da superfície do espelho d'água. Após a coleta, as amostras foram armazenadas em garrafas de polietileno tereftalato (PET-2L) e encaminhadas de imediato para a Estação de Tratamento de Água (ETA) e para o Laboratório de Análises Minerais, Solos e Água (LAMSA) da UFPE. Depois do transporte, o material ficou acondicionado em ambiente refrigerado a 4°C até a realização das análises.

A determinação analítica de dezesseis variáveis físicas e químicas (temperatura, turbidez, condutividade, sólidos totais dissolvidos, pH, oxigênio dissolvido, amônia, nitrito, nitrato, ferro, manganês, cádmio, chumbo, cobre, cromo, zinco) foi executada segundo a metodologia da 21ª edição do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2005). Os metais foram determinados mediante espectrofotometria de

absorção atômica (aparelho CG AA 7000) e o oxigênio dissolvido por meio de um medidor multiparâmetro para a qualidade da água (aparelho HI 9828 HANNA). Após as análises, foi feito um estudo comparativo, correlacionando os resultados laboratoriais obtidos aos limites máximos estabelecidos para os corpos hídricos classe II pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, nº 357 de 17 de março de 2005.

Adicionalmente, foi aplicado ao riacho o Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática, descrito por Silva e Jardim (2006). O índice foi determinado pela equação:

$$IQA_{PVA} = \text{Min} (Amônia_n, OD_n)$$

em que:

IQA_{PVA} : é o índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática;

$Amônia_n$: é a concentração normalizada da amônia total; e

OD_n : é a concentração normalizada do oxigênio dissolvido.

O processo de normalização consiste em relacionar os valores das concentrações das variáveis ambientais da equação em uma escala de 0 a 100, com o valor 100 representando a melhor qualidade ambiental (Tabela 1). A equação estabelece que o valor numérico do IQA_{PVA} é o menor valor normalizado das variáveis ambientais amônia total e oxigênio dissolvido.

Tomando como exemplo os valores das concentrações da amônia total e do oxigênio dissolvido no ponto P1, 0,45 mg L⁻¹ e 7,0 mg L⁻¹, respectivamente (Tabela 3), é possível correlacioná-los com as faixas das curvas de normalização mostradas na Tabela 1. A variável amônia total, com sua concentração de 0,45 mg L⁻¹, recebe um valor de normalização de 40. O oxigênio dissolvido, por sua vez, na concentração de 7,0 mg L⁻¹, recebe um valor de normalização de 70. Esses valores são obtidos com o uso das curvas de Coneza, citadas por Pesce e Wunderlin (2000). Ainda na Tabela 1, de posse dos valores normalizados da amônia total e oxigênio dissolvido foi feita uma relação desses valores com os estados da qualidade da água

(ótima, boa, regular, ruim e péssima). Para se efetuar essa correlação, foram utilizadas as faixas de qualidade da CETESB, que se dividem em ótima para $79 < IQA_{PVA} < 100$, boa para $51 < IQA_{PVA} \leq 79$, regular para $36 < IQA_{PVA} \leq 51$, ruim para $19 < IQA_{PVA} \leq 36$ e péssima para $IQA_{PVA} \leq 19$. O objetivo desse índice é evitar o efeito eclipse pelo uso do operador mínimo, ou seja, a variável ambiental mais degradada em termos de proteção da vida aquática.

Tabela 1. Curva de Normalização para amônia e oxigênio dissolvido, com os respectivos valores de normalização e estado de qualidade.

Estados da qualidade	Ótima			Boa		Regular		Ruim		Péssima	
Fator de Normalização	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Amônia (mg L⁻¹)	<0.01	<0.05	<0.10	<0.20	<0.30	<0.40	<0.50	<0.75	<1.0	≤1.25	>1.25
OD (mg L⁻¹)	≥7.5	>7.0	>6.5	>6.0	>5.0	>4.0	>3.5	>3.0	>2.0	≥1.0	<1.0

RESULTADOS E DISCUSSÃO

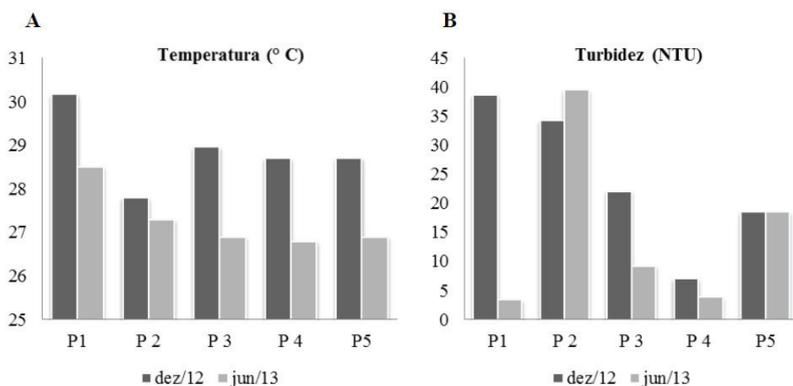
INDICADORES FÍSICOS (Temperatura, Turbidez, Condutividade, STD)

A temperatura influencia em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, concentração de gases dissolvidos) e tem efeito direto sobre a taxa ou cinética das reações químicas, nas estruturas proteicas e funções enzimáticas dos organismos (VON SPERLING, 2005). Dessa forma, o recomendável pela Resolução CONAMA 357/2005 é que a temperatura em ambiente aquático seja inferior a 40°C. Em ambos os períodos estudados, a temperatura nos cinco pontos esteve na faixa de 20° a 30°C, considerada, portanto, adequada para esse ambiente (Figura 2A).

Quanto à turbidez, as análises nos dois períodos demonstraram que os níveis de turbidez nos cinco pontos estudados estavam de acordo com os limites estabelecidos por lei, abaixo de 100 Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU) - ver Figura 2B. Em corpos d'água, a turbidez confere uma aparência turva e pode reduzir a penetração da luz, prejudicando, assim, a fotossíntese.

Condutividade está diretamente relacionada à presença de íons dissolvidos na água. Em legislação nacional, não há padrões para condutividade em corpos d'água, mas em geral níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados. Geralmente, em corpos d'água que recebem efluentes a condutividade, pode atingir 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (LIBÂNIO, 2005). No presente estudo, foi observado que no período de estiagem os pontos P2, P3, P4 e P5 ultrapassaram esse valor, indicando que nesse período esses pontos receberam grande quantidade de efluentes contendo substâncias químicas que, por sua vez, são capazes de elevar a condutividade do sistema. Ademais, embora o ponto P1 não tenha atingido o valor de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ultrapassou 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, indicando que esse ponto também está impactado (Figura 3A). No que se refere ao período chuvoso, observou-se que todos os pontos de monitoramento apresentaram uma redução significativa da condutividade em relação ao período anterior. Esse resultado pode ser atribuído à grande quantidade de chuva nesse período, que pode ter contribuído para diluir as substâncias químicas.

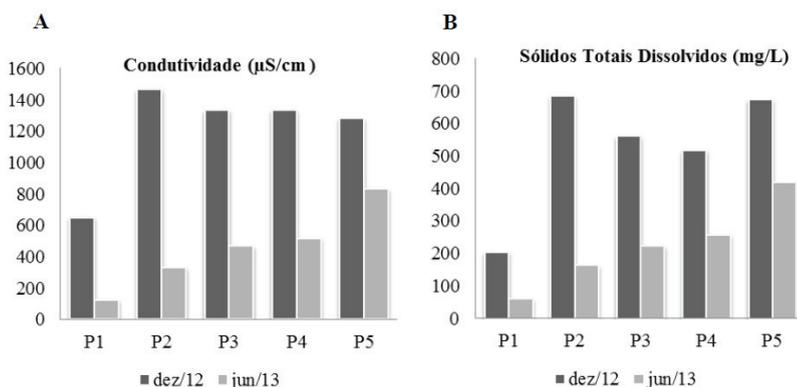
Figura 2. Temperatura (A) e Turbidez (B) observadas nos cinco pontos do riacho Cavouco. Análise em dezembro de 2012 e junho de 2013.



Em relação aos sólidos totais dissolvidos (STD), os resultados das análises constataram que os valores relativos a STD, no período de estiagem, com exceção de P1 (Nascente) encontravam-se fora dos padrões permitidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que é de 500 mg L^{-1} (Figura 3B). De igual maneira ao observado para a condutividade, esse resultado pode

ser atribuído a grande quantidade de substâncias químicas presentes no riacho. Por outro lado, no período chuvoso todos os pontos apresentaram valores de STD dentro dos padrões permitidos, resultado também atribuído à elevada quantidade de chuva do período. Vale ressaltar que a diluição de substâncias químicas em corpos d'água devido à chuva é um processo hidrodinâmico que acontece com todos os íons presentes na água.

Figura 3. Condutividade (A) e Sólidos Totais Dissolvidos (B) nos cinco pontos estudados do riacho Cavouco. Análise em dezembro de 2012 e junho de 2013.



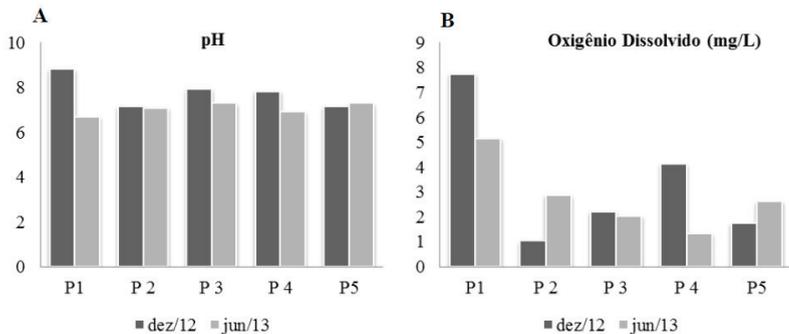
INDICADORES QUÍMICOS (pH, OD, Amônia, Nitrito, Nitrato e Metais Pesados)

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos naturais dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies, uma vez que valores de pH afastados da neutralidade pode afetar o equilíbrio e a taxa das reações químicas. Dessa forma, a vida aquática depende do pH, sendo recomendável pH na faixa de 6 a 9 (BRASIL, 2005). Os resultados de pH encontrados em ambos os períodos estudados foram satisfatórios, visto que estão dentro dos limites estabelecidos (Figura 4A).

Oxigênio dissolvido é indispensável aos organismos aeróbios, e sua ausência pode afetar significativamente a biota aquática. O limite mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 é de 5 mg L^{-1} . Em ambos os períodos monitorados, apenas o ponto P1 esteve de acordo com a legislação,

apresentando a quantidade mínima de oxigênio dissolvido necessário para manutenção da vida aquática. Os demais pontos apresentaram valores abaixo do limite mínimo estabelecido (Figura 4B). A redução de oxigênio em corpos d'água pode ser consequência do despejo de resíduos orgânicos, que são decompostos por microorganismos que utilizam oxigênio para a respiração.

Figura 4. pH (A) e Oxigênio Dissolvido (B) em cinco pontos do riacho Cavouco. Análise em dezembro de 2012 e junho de 2013.



Todo tipo de matéria orgânica nos rios e riachos (resto de plantas, peixes mortos, esgoto doméstico) transforma-se em amônia, que é altamente tóxica para a fauna aquática. No entanto, a atividade bacteriana pode transformar a amônia em nitrato, substância menos tóxica. Esse processo implica o consumo de oxigênio dissolvido do meio, o que pode afetar a vida aquática (PEREIRA, 2010). Os resultados deste trabalho demonstraram que no período de estiagem os níveis de amônia estavam inadequados apenas no ponto 5, ultrapassando o limite estabelecido de $1,5 \text{ mg L}^{-1}$ (Figura 5A). Esse resultado pode indicar que no período analisado o volume de matéria orgânica lançada nesse ponto era maior do que o que poderia ser transformado pelo processo de nitrificação, isto é, a conversão da amônia em nitrito e nitrato não estava ocorrendo. No período chuvoso, foram verificados valores de amônia abaixo do limite estabelecido em todos os pontos.

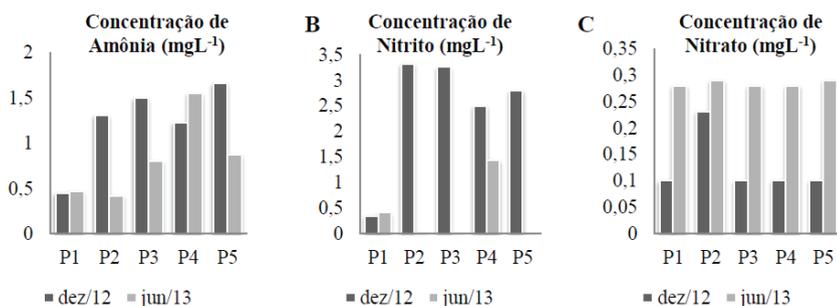
O nitrito geralmente é a forma química de nitrogênio menos encontrada na água. Isso se deve ao fato de que ele é instável na presença de oxigênio, ocorrendo como uma forma intermediária. Os resultados do

período de estiagem indicaram altos níveis de nitrito na maioria dos pontos, acima do limite permitido de $1,0 \text{ mg L}^{-1}$. Esse resultado deve-se ao fato de que a concentração de oxigênio nesses pontos se encontra reduzida. No período chuvoso, apenas o ponto P4 ultrapassou esse limite (Figura 5B).

Quanto ao nitrato, os resultados demonstram que nos cinco pontos, em ambos os períodos estudados, os níveis de nitrato foram inferiores ao recomendado (10 mg L^{-1}) (Figura 5C). Pereira (2010) explica que, embora a Resolução CONAMA 357 de 2005 estabeleça que o limite máximo desse parâmetro seja de 10 mg L^{-1} , a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) considera que valores acima de 3 mg L^{-1} são indicativos de poluição antrópica.

Avaliando os resultados de amônia, nitrito e nitrato em ambos os períodos, é possível concluir que o processo de nitrificação está ocorrendo de forma muito lenta, ou seja, a amônia está sendo transformada em nitrito, mas a conversão do nitrito em nitrato não está ocorrendo. Esse dado deve-se, provavelmente, à elevada quantidade de matéria orgânica presente no riacho, que pode ser atribuída ao despejo de esgotos domésticos provenientes da população circunvizinha ao *Campus* da UFPE.

Figura 5. Concentração de amônia (A), nitrito (B) e nitrato (C) em cinco pontos do riacho Cavouco. Análise em dezembro de 2012 e junho de 2013.



Entre as várias formas de contaminação do meio ambiente, a contaminação da água por metais pesados tem sido uma das formas que têm trazido mais preocupações aos pesquisadores e órgãos governamentais envolvidos no controle de poluição, principalmente devido ao seu alto

potencial de toxicidade tanto para os organismos aquáticos quanto para o homem (BELO et al., 2010). Nos organismos aquáticos, os efeitos tóxicos podem se manifestar em diferentes níveis de organização, desde estruturas celulares até indivíduos, populações e comunidades. Esses compostos tóxicos podem ser retidos nos organismos e provocar efeitos deletérios quando níveis elevados são atingidos resultantes de um processo chamado biomagnificação (COSTA et al., 2008). Neste estudo, no período de estiagem, os únicos metais detectados foram o manganês, constatado nos pontos (P2, P4 e P5), estando dentro do limite estabelecido (0,1 mg L⁻¹), e o ferro constatado em todos os pontos com valores abaixo do limite de 0,3 mg L⁻¹, exceto o Ponto P1 (Tabela 2).

Segundo Moruzzi e Reali (2012), teores elevados de ferro e manganês são encontrados normalmente em água com elevada concentração de matéria orgânica, nas quais esses elementos se encontram ligados ou combinados com a matéria orgânica, frequentemente em estado coloidal. No período chuvoso, novamente foi encontrado ferro em todos os pontos, porém com concentração acima do limite permitido, com exceção do Ponto P4, e manganês nos pontos P3, P4 e P5, com valores acima do limite permitido de 0,1 mg L⁻¹ (Tabela 2). Além do ferro e manganês, foram evidenciados, também no período chuvoso, os metais cádmio em P2 e chumbo em P1. Esses metais encontravam-se acima dos limites permitidos de 0,001mg L⁻¹ e 0,01mg L⁻¹, respectivamente (Tabela 2). O cádmio e o chumbo constituem um padrão de emissão de esgotos e de classificação das águas naturais. Aos peixes, as doses letais desses elementos, no geral, variam de 0,1 a 0,4 mg L⁻¹, embora, em condições experimentais, alguns resistam até 10 mg L⁻¹ (CETESB, 2008). Além destes, foram encontrados cromo em P4 e zinco em P5, ambos dentro dos seus respectivos limites de 0,05 mg L⁻¹ e 5 mg L⁻¹ (Tabela 2). Essa heterogeneidade de metais pode ser atribuída às diferentes atividades realizadas nos principais centros geradores de resíduos do *Campus*.

Tabela 2. Concentração metais em cinco pontos de monitoramento do riacho do Cavouco. Análise em Dezembro de 2012 e Junho de 2013.

Parâmetros Analisados	1ª Coleta (Dez/2012)					2ª Coleta (Jun/2013)				
	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
Ferro (mg L⁻¹ em Fe)	1,32	0,26	0,28	0,22	0,25	0,97	0,58	0,41	0,27	0,68
Manganês (mg L⁻¹ em Mn)	ND	0,06	ND	0,02	0,12	ND	ND	0,19	0,22	0,15
Cádmio (mg L⁻¹ em Cd)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,09	ND	ND	ND
Chumbo (mg L⁻¹ em Pb)	ND	ND	ND	ND	ND	0,12	ND	ND	ND	ND
Cobre (mg L⁻¹ em Cu)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cromo (mg L⁻¹ em Cr)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,01	ND
Zinco (mg L⁻¹ em Zn)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,02

Nota: ND (Não detectável) por Espectrofotometria de Absorção Atômica (aparelho CG AA 7000).

ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA PROTEÇÃO DA VIDA AQUÁTICA - IQA_{PVA}

O índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática apresentou um comportamento similar nos dois períodos (estiagem e chuvoso), variando a qualidade de “regular” a “péssima”. Em ambos os períodos monitorados, o IQA_{PVA} indicou a maior degradação da qualidade da água nos pontos P2, P3, P4 e P5 (Tabelas 3 e 4). De acordo com Silva e Jardim (2006), a degradação da qualidade da água mostrada pelo IQA_{PVA} tem sua justificativa na ausência do efeito eclipse, que resulta do processo de agregar inúmeras variáveis ambientais em um único número, produzindo uma atenuação do impacto negativo de uma das variáveis ante o comportamento estável das demais. Esse evento pode permitir uma resposta mais sensível ao índice devido à forte presença de efluente rico, principalmente, em matéria orgânica. No presente estudo, observou-se que apenas o Ponto P1 (nascente) manteve o estado regular em ambos os períodos avaliados, o que indica que esse ponto sofreu pouca influência antrópica. Esse resultado é devido a uma adequada oxigenação nesse ponto, associado à baixa concentração de nitrogênio amoniacal. Concluiu-se, portanto, que o índice proposto, IQA_{PVA}, foi eficiente para revelar a qualidade das águas do riacho Cavouco.

Tabela 3. Índice da qualidade da água para proteção da vida aquática - IQApva aplicado ao riacho Cavouco em Dezembro de 2012.

Parâmetros Analisados	P1	P2	P3	P4	P5
Amônia (mg L-1)	0,45	1,31	1,50	1,23	1,66
Amônian	40	0	0	10	0
OD (mg L-1)	7,0	1,05	8,22	3,80	1,76
ODn	70	10	100	40	10
Operador Mínimo	40	0	0	10	0
IQApva	Regular	Péssima	Péssima	Péssima	Péssima

Tabela 4. Índice da qualidade da água para proteção da vida aquática - IQApva Cavouco em junho de 2013.

Parâmetros Analisados	P1	P2	P3	P4	P5
Amônia (mg L-1)	0,47	0,42	0,80	1,55	0,87
Amônian	40	40	20	0	20
OD (mg L-1)	5,16	2,88	2,05	1,34	2,63
ODn	60	20	20	10	20
Operador Mínimo	40	20	20	0	20
IQApva	Regular	Ruim	Ruim	Péssima	Ruim

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O riacho Cavouco apresentou uma carga de poluição significativa em todo o trecho estudado. De acordo com os dados obtidos, os pontos P2 e P5 foram os mais impactados. Embora não haja evidências de contaminações elevadas por metais pesados nesse riacho, a literatura demonstra que há risco de os metais, mesmo que em concentrações subletais, afetarem os ecossistemas aquáticos. Com base na avaliação da qualidade da água e da concentração de íons aplicado a esse corpo hídrico, recomenda-se que seja implantado um Programa de Gerenciamento de Resíduos na UFPE, que

busque proporcionar, de forma eficiente, o manejo e descarte adequado dos resíduos químicos gerados, principalmente em atividades laboratoriais. Ademais, conclui-se que os resultados desse trabalho podem vir a contribuir para o subsídio de ações gerenciais, colaborando na construção de um sistema de suporte à tomada de decisão sobre o controle da poluição nesse ambiente. Essa foi a primeira “macro radiografia” dos aspectos físico-químicos do riacho Cavouco, e não foram, evidentemente, suficientes para esgotar as necessidades de conhecimento desse ecossistema.

REFERÊNCIAS

BELO, A.; QUINÁIA, S. P.; PLETSCHE, A. L. Avaliação da contaminação de metais em sedimentos superficiais das praias do lago de Itaipu. **Química Nova**, v. 33, n. 3, p. 613-617, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422010000300024>

BEM, C. C. **Determinação do estado de eutrofização de um lago raso: estudo de caso do lago barigui**. Dissertação (Pós- Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução 357/2005, Enquadramento de Corpos Hídricos Superficiais no Brasil. **Diário Oficial [da] União**, n. 53, de 17 de março de 2005, Seção 1, p. 58-63.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO BÁSICO - CETESB. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas de amostragem**. São Paulo, 2008. 41 p.

COSTA, C. R.; OLIVI, P.; BOTTA, C. M. R.; ESPÍNDOLA, E. L. G. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, v. 31, n. 7, p 1820-1830, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422008000700038>

FRINHANI, E. M. D.; CARVALHO, E. F. Monitoramento da qualidade das águas do Rio do Tigre, Joaçaba, SC. **Unoesc & Ciência – ACET**, Joaçaba, v. 1, n. 1, p. 49-58, jan./jun. 2010.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2005 p. 1- 98.

MORUZZI, R.B.; REALI, M.A.P. Oxidação e remoção de ferro e manganês em águas para fins de abastecimento público ou industrial – uma abordagem geral. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 4, n. 1, p. 29-43 2012. ISSN 2176-7270

PADOVESI-FONSECA, C.; CORRÊA, A. C. G.; LEITE, G. F. M.; JOVELI, J. C.; COSTA, L. S.; PEREIRA, S. T. Diagnóstico da sub-bacia do ribeirão Mestre d'Armas por meio de dois métodos de avaliação ambiental rápida, Distrito Federal, Brasil Central. **Ambiente & Água**, Taubaté, v. 5, n. 1, p. 43-56, 2010. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.118>

PENATTI, F.; GUIMARÃES, S. Avaliação dos riscos e problemas ambientais causados pela disposição incorreta de resíduos de laboratórios. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 15, n.1, p. 43-52, 2011.

PEREIRA, A.A. **Avaliação da qualidade da água**: proposta de novo índice alicerçado na Lógica Fuzzy. 2010. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

PESCE, S. F.; WUNDERLIN, D. A. Use of water quality indices to verify the impact of Córdoba City (Argentina) on Suquia river. **Water Research**, v. 34, n. 11, p. 2915-2926, 2000. [http://dx.doi.org/10.1016/S0043-1354\(00\)00036-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0043-1354(00)00036-1)

SILVA, G. S.; JARDIM, W. F. Um novo índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática aplicado ao Rio Atibaia, Região de Campinas/Paulínia – SP. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 689-694, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422006000400012>

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA - Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 452 p.

Capítulo 3

BIOMARCADORES ENZIMÁTICOS: UMA ALTERNATIVA PARA O MONITORAMENTO DO RIACHO CAVOUÇO

Caio Rodrigo Dias de Assis¹

Marlyete Chagas de Araújo²

Ana Vitória Araújo Lima³

Fábio Marcel da Silva Santos⁴

Amália Cristine Medeiros Ferreira⁵

Ranilson de Souza Bezerra⁶

Luiz Bezerra de Carvalho Jr⁷

Maria Betânia de Melo Oliveira⁸

INTRODUÇÃO

Os recursos naturais vêm sendo explorados como fontes inesgotáveis de bens a serem utilizados, e sua capacidade de suporte é frequentemente ignorada mesmo em alguns países desenvolvidos. A escassez desses recursos e, sobretudo, a contaminação ambiental têm sido

1 Dr. em Bioquímica e Fisiologia – Universidade Federal de Pernambuco/ UFPE;

2 Mestranda em Ciências Biológicas - Universidade Federal de Pernambuco/ UFPE;

3 Acadêmica do Curso de Biomedicina - Universidade Federal de Pernambuco/ UFPE;

4 Mestre em Bioquímica e Fisiologia - Universidade Federal de Pernambuco/UFPE;

5 MSc. em Bioquímica e Fisiologia - Universidade Federal de Pernambuco/ UFPE;

6 Dr. em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pernambuco e Professor Adjunto do Departamento de Bioquímica - CCB/UFPE;

7 Ph.D. em Bioquímica pela Universidade de St. Andrews, Escócia, e Professor Titular do Departamento de Bioquímica – CCB/UFPE;

8 Dra. em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pernambuco e Professora Adjunto do Departamento de Bioquímica - CCB/UFPE.

as consequências diretas do modelo tradicional de crescimento econômico, que prossegue pouco alterado nos dias atuais. Os efluentes gasosos e líquidos de indústrias, bem como o esgoto urbano e os pesticidas agrícolas e domissanitários são os principais componentes da carga poluente nos compartimentos ou matrizes ambientais, como: água, ar, solo, sedimentos e organismos animais ou vegetais.

Avanços obtidos na preservação ambiental são provenientes de políticas governamentais que incentivam a pesquisa e as práticas de sustentabilidade. Como resultado disso, o monitoramento do meio ambiente surgiu como uma ferramenta capaz de dar cumprimento à legislação e como instrumento de controle na gestão ambiental de instituições públicas e privadas. O monitoramento no manejo de qualquer área seja ela protegida ou não, rural ou urbana, é de extrema necessidade para a manutenção dos padrões de qualidade estabelecidos para a saúde ambiental e o desenvolvimento das diversas atividades humanas.

O monitoramento ambiental é normalmente dividido em químico e biológico. Monitoramento químico é o conjunto de análises químicas que quantificam resíduos de contaminantes em um compartimento ambiental em uma escala temporal ou espacial. Por outro lado, quando o enfoque dado está em determinar a magnitude dos efeitos de tal contaminação sobre os organismos em nível individual, populacional ou de comunidade biológica, temos o monitoramento biológico (HENRÍQUEZ PÉREZ e SÁNCHEZ HERNÁNDEZ, 2003).

As pesquisas acerca do monitoramento ambiental buscam alcançar métodos economicamente viáveis e de execução rotineira e eficiente. Nesse contexto, as substâncias conhecidas como biomarcadores conseguem unir a abordagem química e a biológica, pois são compostos originados de tecido animal, vegetal ou de micro-organismos que, além de permitirem caracterizar quimicamente os poluentes e determinar suas concentrações, também podem estimar o impacto causado por esses poluentes aos organismos bioindicadores e ocasionar o aproveitamento de resíduos quando tais organismos são cultivados (MARCO e BARCELÓ, 1996; ARIAS et al., 2007; MONSERRAT et al., 2007). Entre essas substâncias, as enzimas representam papel importante, pelo alto grau de especificidade

e rapidez na resposta às alterações pertinentes às substâncias-alvo. O uso de enzimas como bioindicadores baseia-se na interferência negativa ou inibitória, causada pelas substâncias-alvo, em sua atividade catalítica (MARCO e BARCELÓ, 1996).

As colinesterases (ChEs; EC 3.1.1.x) são enzimas já utilizadas como biomarcadores da presença de pesticidas. As ChEs são enzimas hidrolases, do grupo das serino-esterases, com alta afinidade por ésteres de colina. São aceitos, na literatura, dois tipos de ChEs: 1) a acetilcolinesterase (AChE, EC 3.1.1.7), que tem como principal e clássica função, a modulação da transmissão dos impulsos nervosos entre os neurônios mediante a desativação do neurotransmissor acetilcolina, garantindo a intermitência dos impulsos nervosos responsáveis pela comunicação neuronal; 2) Por sua vez, a butirilcolinesterase (BChE, EC 3.1.1.8), de função não totalmente elucidada, é apontada principalmente como uma enzima detoxificadora e eventual substituta da AChE (QUINN, 1987; MESULAM et al., 2002; ÇOKUGRAS, 2003; SILMAN e SUSSMAN, 2005). Ambas são inibidas por pesticidas das classes dos organofosforados e carbamatos, cianotoxinas (mais especificamente a anatoxina-a(s)) e alguns metais pesados (SARKARATI et al., 1999; SILMAN e SUSSMAN, 2005; SOTIROPOULOU et al., 2005; ASSIS et al., 2011).

Entretanto, os efeitos primários dessas substâncias não se restringem às colinesterases: cerca de 50 esterases podem ser inibidas, entre elas algumas enzimas digestivas, como a tripsina (EC 3.4.21.4), quimotripsina (EC 3.4.21.1) e carboxipeptidase (EC 3.4.17.15) (KAM et al., 1979; FISCHER, 1988; CASIDA e QUISTAD, 2004 e 2005). Os efeitos de tais poluentes sobre outras enzimas digestivas como a pepsinas (EC 3.4.23.x) e a amilase (EC 3.2.1.1), ainda não são conhecidos.

Os ecossistemas aquáticos estão entre os que mais sofrem os efeitos da poluição, tanto pela deposição/acumulação dos contaminantes (TOMITA e BEYRUTH, 2002) quanto pela sensibilidade dos organismos, razões pelas quais espécies desses meios têm se mostrado de grande utilidade como bioindicadores (RODRÍGUEZ-FUENTES e GOLD-BOUCHOT, 2000; FULTON e KEY, 2001; JARRARD et al., 2004; MONSERRAT et al., 2007). No monitoramento de recursos hídricos, existem diversas técnicas que

utilizam organismos aquáticos como bioindicadores, seja pela estimacão da densidade populacional, seja por uma característica sensível a determinados poluentes. A escolha desses organismos se dá mediante características como habitat, ecologia, hábitos alimentares, abundância da espécie e facilidade de captura. A espécie escolhida neste estudo foi a tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, peixe da família Cichlidae introduzido, capaz de colonizar desde ambientes de água doce até águas salobras e salgadas (KUBITZA, 2005), além de ser uma espécie facilmente encontrada no riacho Cavouco.

O objetivo do presente trabalho foi investigar a capacidade de potenciais biomarcadores enzimáticos presentes em tecidos da espécie *O. niloticus* em refletir o status de poluio das águas do riacho Cavouco, no Campus da Universidade Federal de Pernambuco.

MATERIAIS E MÉTODOS

Espécimes juvenis de tilápia do Nilo (*O. niloticus*) foram coletadas na nascente do riacho Cavouco.

DESENHO EXPERIMENTAL E AMOSTRAGEM

Estudo descritivo do tipo caso-controle foi realizado com coletas na área do Cavouco e utilizao de populao - controle proveniente da Base de Piscicultura Johei Koike, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), cuja qualidade da água apresenta parâmetros adequados para a criao da tilápia do Nilo (*O. niloticus*).

Nove exemplares juvenis, com peso médio de 0,090 kg e tamanho variável entre 15 e 20 cm foram coletados na nascente do riacho Cavouco. Paralelamente, 37 espécimes de tilápia do Nilo, com peso médio de 0,100kg e tamanho variável entre 15 e 30 cm, foram coletados na Base da UFRPE. Todos os exemplares foram armazenados em gelo e encaminhados para o Laboratório de Enzimologia (LABENZ) do Departamento de Bioquímica e Fisiologia, da UFPE, onde foram realizados os procedimentos de retirada dos tecidos (cérebro, fígado, estômago e intestino).

DETERMINAÇÃO DAS ATIVIDADES ENZIMÁTICAS

• **Acetil e butirilcolinesterase**

Os cérebros e fígados foram extraídos, pesados e homogeneizados em solução tampão Tris-HCl 0,5 M pH 8,0, na proporção de 20 mg de tecido/mL. O homogenato foi centrifugado a 4°C durante 10 minutos, a 1.000 x g para remoção das partículas insolúveis. O sobrenadante foi coletado e transferido para recipientes os quais foram rotulados e acondicionados a - 20°C até a realização das análises. A atividade da AChE foi avaliada utilizando os extratos de cérebro, ao passo que a da BChE foi investigada nos extratos de fígado.

Os ensaios enzimáticos foram realizados em quadruplicata, de acordo com Silva e colaboradores (2013), adicionando em uma microplaca 20 µL de extrato, 200 µL do reagente cromogênico, ácido 5,5'-ditiobis-(2-nitrobenzóico) (DTNB) a 0,25 mM e 20 µL dos substratos acetiltiocolina e butiriltiocolina (62 mM), para AChE e BChE, respectivamente. O branco foi preparado com Tris-HCl 0,5 M pH 8,0, em substituição ao extrato. A atividade foi mensurada por meio de um leitor de microplacas durante 3 minutos a 405 nm. A unidade de atividade enzimática (U) foi definida como a quantidade de enzima capaz de hidrolisar 1 µmol de substrato por mL de solução por minuto.

• **Tripsina**

Os extratos para atividade tripsínica foram feitos a partir dos intestinos extraídos, homogeneizados a 5% (p/v) em tampão Tris-HCl 0,1 M pH 8,0 e centrifugados a 10.000 x g por 20 minutos descartando o precipitado.

A atividade da tripsina foi estimada de acordo com Buarque et al. (2009), utilizando o substrato específico Na-benzoil-DL-arginina-p-nitroanilida (BapNa). 30 µL de amostra foram adicionados a 140 µL de 0,1 M tris-HCl pH 8,0 e em seguida, 30 µL de substrato (8 mM) foi aplicado para iniciar a reação, que durou 15 minutos e foi lida a 405 nm. A unidade de atividade (U) foi definida como a quantidade de enzima capaz de liberar 1 µmol de p-nitroanilina por mL de solução por minuto.

- **Pepsina**

Para a atividade da pepsina, foi utilizada uma adaptação de Nalinanon e colaboradores (2010), na qual 200 μ L de amostra foram adicionados a 200 μ L água, 625 μ L de tampão glicina-HCl 0,1 M pH 2,0 e 200 μ L de hemoglobina a 2%. A mistura foi incubada por 20 minutos a 50°C, e a reação foi interrompida com 200 μ L de TCA (ácido tricloroacético) a 50% (p/v). O substrato não hidrolisado foi precipitado durante 60 minutos a 4°C. Em seguida, foi centrifugado a 15.000 x g por 10 minutos. O sobrenadante foi coletado, e os oligopeptídeos presentes foram lidos a 280 nm. Para pepsina, a unidade de atividade enzimática (U) foi definida como a quantidade de enzima capaz de causar um acréscimo de 1.0 na absorbância a 280 nm por minuto.

- **Amilase**

A determinação da amilase foi realizada segundo metodologia de Bernfeld (1955), usando amido 2% como substrato. Uma alíquota de 20 μ L do extrato bruto foi adicionada a 125 μ L de solução de amido a 2% e 125 μ L de tampão Tris-HCl 0,1 M pH 8,0. Após um período de incubação de 10 minutos, a 37°C, foram adicionados 300 μ L de DNSA (ácido 3,5-dinitrosalicílico), e a mistura aquecida a 100°C por 10 minutos. A leitura foi realizada em espectrofotômetro, utilizando o comprimento de onda de 570nm. Um branco (sem substrato) e um controle (sem extrato) também foram avaliados.

- **Determinação de proteínas**

Foram realizados ensaios de dosagem da concentração de proteína solúvel, segundo o método de Sedmak e Grossberg (1977), utilizando albumina de soro bovino como padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A carga de poluentes presentes no riacho Cavouco, em seu trecho no *Campus* da UFPE, é composta principalmente pelo esgoto de uma comunidade próxima, além de substâncias químicas provenientes dos laboratórios de pesquisa e ensino e de efluentes do hospital universitário e dos centros e departamentos acadêmicos (Capítulo 2). Essa carga foi determinante para os resultados obtidos, por revelar que as atividades enzimáticas do material biológico estudado (tilápia do Nilo) sofreram alterações significantes.

A presença de agentes anticolinesterásicos nas águas do riacho Cavouco foi evidenciada, como se pode observar na Figura 1, na qual a atividade específica da AChE, nas amostras de cérebro de tilápias provenientes do riacho (150,20 mU.mg de proteína⁻¹), apresentou decréscimo estatisticamente significativo em relação às amostras-controle da UFRPE (281,64 mU.mg de proteína⁻¹): diminuição de 46,66%. O mesmo foi observado para a atividade da BChE, em amostras de cérebro e fígado: 44,20 e 28,95 mU.mg de proteína⁻¹, respectivamente, em amostras da UFRPE; e 25,06 e 3,00 mU.mg de proteína⁻¹, respectivamente, em amostras do Cavouco. O maior decréscimo ocorreu na atividade BChE do fígado das tilápias do Cavouco (89,63%). Segundo a FAO (2007), 20% de inibição da atividade colinesterásica é o ponto a partir do qual se considera a presença de um agente anticolinesterásico em uma amostra, seja ele um pesticida ou não.

Apesar de o *Campus* não ser uma área agrícola, muitos centros e departamentos acadêmicos executam desinsetizações e desratizações periódicas nas quais compostos anticolinesterásicos (como pesticidas organofosforados e carbamatos) podem atuar. Tais compostos não são lançados de forma maciça, mas são carregados para o solo e corpos d'água e se acumulam nos sedimentos onde vivem e se alimentam as espécies que constituem os elos iniciais da cadeia alimentar da qual a tilápia faz parte, uma vez que é um peixe onívoro (KUBITZA, 2000; TOMITA e BEYRUTH, 2002).

Figura 1 – Atividade da AChE (A) e BChE (B) em amostras de tecidos de *O. niloticus* provenientes da população-controle da Base de Piscicultura da UFRPE e do riacho Cavouco. Letras diferentes no topo das barras representam diferença significativa por meio de comparação de médias com ANOVA, seguida de teste Tukey ($p = 0,05$).

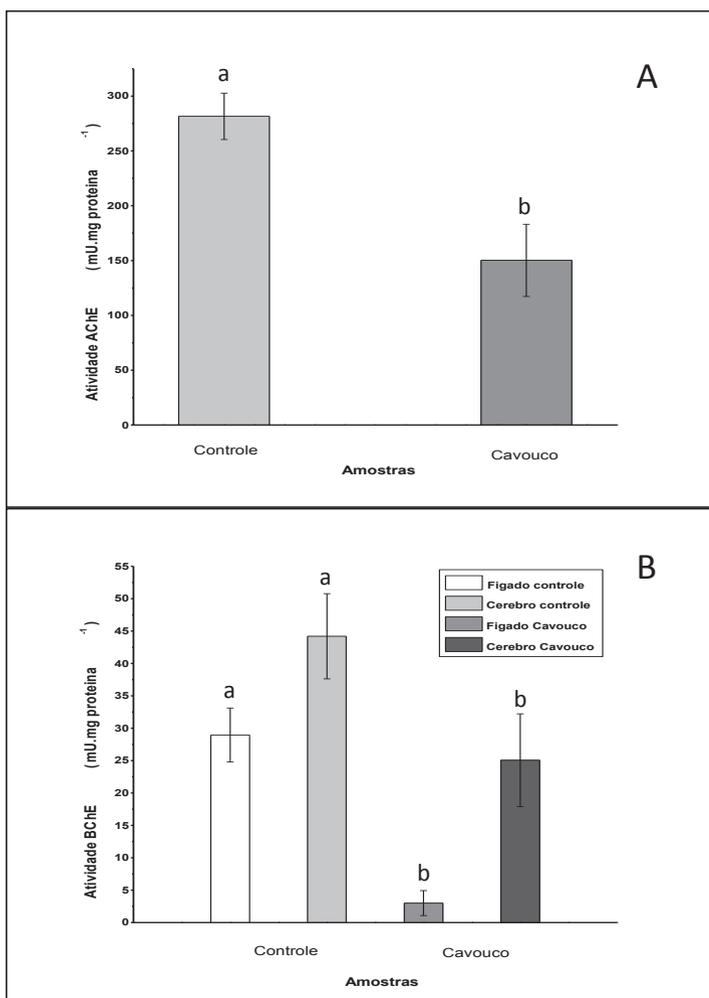


Figura 2 – Atividade da tripsina em amostras de tecidos de *O. niloticus* provenientes da população-controle da Base de Piscicultura da UFRPE e do riacho Cavouco. Letras diferentes no topo das barras representam diferença significativa por meio de comparação de médias com ANOVA, seguida de teste Tukey ($p = 0,05$).

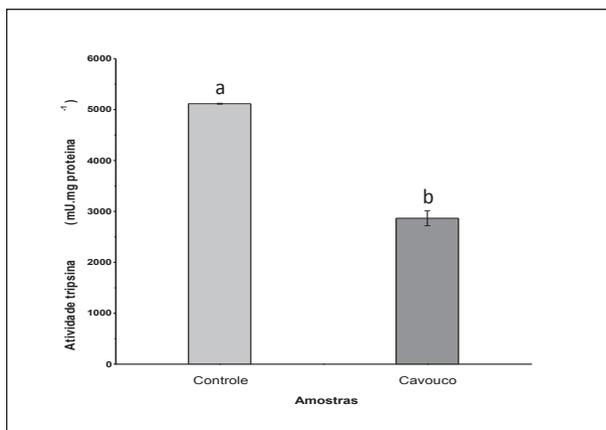
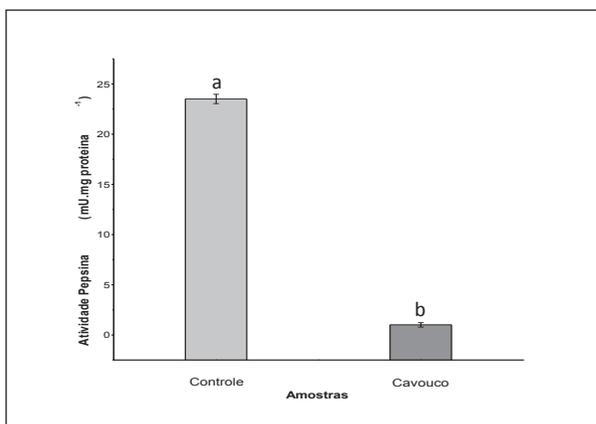


Figura 3 – Atividade da pepsina em amostras de tecidos de *O. niloticus* provenientes da população-controle da Base de Piscicultura da UFRPE e do riacho Cavouco. Letras diferentes no topo das barras representam diferença significativa por meio de comparação de médias com ANOVA, seguida de teste Tukey ($p = 0,05$).



Compostos organoestânicos, componentes biocidas de tintas antiencrustantes presentes em estruturas e tubulações metálicas antigas, como o tributil-estanho (TBT) e o dibutil-estanho (DBT), podem inibir a atividade da AChE e da enzima colina-acetiltransferase, causando ruptura na cascata de síntese do neurotransmissor acetilcolina e subsequentemente nos parâmetros sinápticos dos organismos aquáticos (KOBAYASHI et al., 1996; ALKHAIL et al., 2004; HAN et al., 2009). Além disso, a poluição orgânica propicia a proliferação de microalgas, entre elas as cianobactérias (principalmente do gênero *Anabaena sp.*), produtoras de cianotoxinas anticolinesterásicas como a anatoxina-a(s). Florações dessas cianobactérias já foram descritas nos rios da bacia do rio Capibaribe, do qual o riacho Cavouco faz parte (MOLICA et al., 2005). A anatoxina-a(s) é considerada um análogo natural dos compostos organofosforados porque sua estrutura é similar à forma oxônica desses pesticidas (a qual inibe diretamente a enzima). Seu efeito deletério sobre a AChE é, aproximadamente, 1.000 vezes maior do que o do inseticida paration (MAHMOOD e CARMICHAEL, 1986; VILLATTE et al., 2002; ASSIS et al., 2011).

O comportamento das atividades específicas da tripsina, pepsina e amilase, utilizando os respectivos substratos seletivos, em relação aos locais de coleta, estão representados nas Figuras de 2 a 4 e Tabela 1. Houve um forte decréscimo em suas atividades: 43,99% (tripsina), 95,74% (pepsina) e 82,97% (amilase) nas amostras dos peixes coletados no Cavouco. Nesse ambiente, altos teores de matéria orgânica de restos vegetais, animais e microorganismos e produtos de limpeza, provenientes da comunidade próxima, juntamente com os efluentes de laboratórios, constituem uma carga capaz de fornecer compostos potencialmente inibidores, como compostos de Kunitz e de Bowman-Birk, alcalóides, anticorpos, fatores antinutricionais, fármacos, dentre outros. Concomitantemente, pesticidas, metais pesados e compostos organoestânicos presentes em sedimentos também podem inibir essas enzimas mediante danos irreversíveis nas células secretoras dos tecidos digestivos (SAROJINI et al., 1992; PAGE et al., 1996; AUSTEN e MCEVOY, 1997; DAHLLÖF et al., 2001; SCHRATZBERGER et al., 2002; ALKHAIL et al., 2004; CASIDA e QUISTAD, 2005; SILVA et al., 2011). Quando alguns desses compostos organoestânicos adentram os ambientes aquáticos, podem se degradar facilmente na água, porém,

quando atingem os sedimentos, permanecem imobilizados, levando muito mais tempo para se tornarem biologicamente inativos (NEUMANN, 1970).

As inibições encontradas nas atividades de tripsina e amilase podem ser de grande valia no monitoramento do riacho Cavouco, pois apontam para o monitoramento de outras substâncias poluidoras que não pesticidas e cianotoxinas.

Figura 4 – Atividade amilolítica em amostras de tecidos de *O. niloticus* provenientes da população-controle da Base de Piscicultura da UFRPE e do riacho Cavouco. Letras diferentes no topo das barras representam diferença significativa por meio de comparação de médias com ANOVA, seguida de teste Tukey ($p = 0,05$).

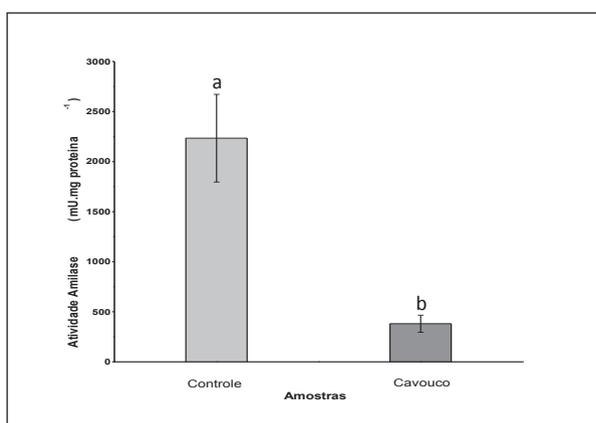


Tabela 1 – Atividades específicas de enzimas digestivas em amostras de tecidos de *O. niloticus* provenientes da população-controle da Base de Piscicultura da UFRPE e do riacho Cavouco.

Enzima	Atividade controle (UFRPE)	Atividade riacho Cavouco
Nome	mU.mg de proteína ⁻¹	mU.mg de proteína ⁻¹
Tripsina	5.115,99 ± 7,32	2.865,28 ± 145,04
Pepsina	23,5 ± 0,46	1,008 ± 0,22
Amilase	2.233,61 ± 437,47	380,37 ± 85,37

Apesar de a pepsina ter sido a enzima cuja atividade específica foi a mais inibida entre todas cujo comportamento foi observado, a atividade da própria população-controle pode ser considerada baixa. Esse fato pode ser atribuído a inibidores como fatores antinutricionais presentes no conteúdo estomacal das amostras coletadas (o qual dificilmente é retirado em sua totalidade, mesmo após diversas lavagens), e isso pode ocorrer tanto em populações-controle quanto em populações de ambientes impactados, dependendo da dieta dos peixes. Os espécimes da base de piscicultura da UFRPE recebem ração balanceada regularmente, mas isso não impede que eventualmente possam se alimentar de restos da vegetação do entorno e de macro e microalgas que expressam tais inibidores, demonstrando a necessidade de mais estudos para confirmar esses resultados. Além disso, a pepsina apresenta uma quantidade muito maior de inibidores, em relação às colinesterases, por exemplo, que já são biomarcadores estabelecidos com alta especificidade. Algumas dessas situações também podem ocorrer para as outras enzimas digestivas do presente trabalho, porém as atividades da população-controle situam-se dentro dos limites das respectivas atividades basais dessas enzimas em peixes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas as atividades enzimáticas investigadas no presente trabalho foram afetadas negativamente pelo ambiente do riacho Cavouco, em relação às atividades da população-controle. De acordo com os resultados e com as condições experimentais, as colinesterases, principalmente a BChE hepática, apresentaram alta sensibilidade à carga poluente, evidenciando a presença de agentes anticolinesterásicos no ambiente em questão. Paralelamente, constituindo-se um candidato à utilização como biomarcador, está a amilase, cuja alteração da atividade reflete principalmente a poluição orgânica por inibidores de origem vegetal e microbiana. O presente trabalho é uma investigação preliminar, necessita de outras análises para aprofundamento dos resultados. Todavia, pode-se afirmar que o ecossistema do riacho Cavouco se encontra impactado em nível bioquímico e com consequências ainda pouco conhecidas para as espécies que o habitam. Um programa de gerenciamento de resíduos é essencial para a destinação correta dos efluentes e resíduos que atualmente

são lançados no riacho. A continuidade do monitoramento, juntamente com a investigação e neutralização das causas da poluição, pode fornecer elementos para a gestão do controle ambiental nesse riacho.

REFERÊNCIAS

ALKHAIL, A. R. A. A.; ASKAR, A. I.; YOUNIS, L. K.; EL-GENDY, K. S.; ABBAS, M. M.; MAREI, A.S.M. Risk assessment of tributyltin oxide in aquatic environment: A. Toxicity and sublethal effects on brain AChE and gill ATPases activity of tilapia fish, *Oreochromis niloticus*. **Pakistan Journal of Biological Sciences, Islamabad**, v. 7, n. 7, p. 1117-1120, 2004.

ARIAS, A. R. L.; BUSS, D. F.; ALBUQUERQUE, C.; INÁCIO, A. F.; FREIRE, M. M.; EGLER, M.; MUGNAI, R.; BAPTISTA, D. F. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 61-72, jan-mar. 2007.

ASSIS, C. R. D.; BEZERRA, R. S.; CARVALHO Jr, L. B. Fish cholinesterases as biomarkers of organophosphorus and carbamate pesticides. In: **Pesticides in modern world, Book 5** - Pests control and pesticides exposure and toxicity assessment. Stoytcheva, M. (Ed). Intech, Rijeka, Croatia, 2011.

AUSTEN, M. C.; MCEVOY, A. J. Experimental effects of tributyltin (TBT) contaminated sediment on a range of meiobenthic communities. **Environmental Pollution**, Amsterdã, v. 96, n. 3, p. 435-444, 1997.

BERNFELD, P. (1955). Amylases: α and β . In: COLOWICK, S. P.; KAPLAN, N. O. (Eds.), **Methods in Enzymology**, Nova Iorque: Academic Press, p. 149-158, 1955.

BUARQUE, D. S.; CASTRO, P. F.; SANTOS, F. M. S.; LEMOS, D.; CARVALHO Jr, L. B.; BEZERRA, R. S. Digestive peptidases and proteinases in the midgut gland of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). **Aquaculture Research**, Malden, v. 40, n. 7, p. 861-870, abr. 2009.

CALADO, S. C. S.; SILVA, A. M. R. B.; SILVA, V. L., Qualidade da Água do Riacho Cavouco - Recife/PE. **XLII Congresso Brasileiro de Química**. Rio de Janeiro. Resumos. p. 66, 2002.

CASIDA, J.E.; QUISTAD, G.B. Serinehydrolase targets of organophosphorus toxicants. **Chemico-Biological Interactions**, Amsterdã, v. 157–158, p. 277–283, dez. 2005.

CASIDA, J.E.; QUISTAD, G.B. Organophosphate toxicology: safety aspects of nonacetylcholinesterase secondary targets. **Chemical Research in Toxicology**, Minneapolis, v. 17, n. 8, p. 983-998, ago. 2004.

ÇOKUGRAS, A. N. Butyrylcholinesterase: structure and physiological importance. **Turkish Journal of Biochemistry**, Ankara, v. 28, n. 2, p. 54-61, out. 2003.

DAHLLÖF, I.; AGRENIUNS, S.; BLANCK, H.; HALL, P.; MAGNUSSON, K.; MOLLANDER, N. The effect of TBT on the structure of a marine sediment community – a boxcosm study. **Marine Pollution Bulletin**, Amsterdã, v. 42, n. 8, p. 689-695, ago. 2001.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Pesticides in food report 2007. **FAO plant production and protection paper**, Roma, v. 191, 2007.

FISCHER, G. Trends in protease inhibition. **Natural Product Reports**, Londres, v. 5, p. 465-495, 1988.

FULTON, M. H.; KEY, P. B. Acetylcholinesterase inhibition in estuarine fish and invertebrates as an indicator of organophosphorus insecticide exposure and effects. **Environmental Toxicology and Chemistry**. Pensacola, v. 20, n. 1, p. 37–45, jan. 2001.

HAN, Z.-X.; LY, C.-X., LI, H. Toxicological effects of tributyltin on physiological function of *Carassius Auratus*. **Synthesis and Reactivity in Inorganic Metal-Organic and Nano-Metal Chemistry**, Philadelphia, v. 39, n. 6, p. 295-301, jan. 2009.

HENRÍQUEZ PÉREZ, A.; SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, J. C. La amenaza de los plaguicidas sobre la fauna silvestre de las islas canarias. **El indiferente**, La Orotava, n. 14, p. 42-47, jan. 2003.

JARRARD, H. E.; DELANEY, K. R.; KENNEDY, C. J. Impacts of carbamate pesticides on olfactory neurophysiology and cholinesterase activity in coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). **Aquatic Toxicology**, Amsterdã, v. 69, n. 2, p. 133–148, ago. 2004.

KAM, C. M.; NISHINO, N.; POWERS, J. C. Inhibition of thermolysin and carboxypeptidase A by phosphoramidates. **Biochemistry**, Washington D.F., v. 18, n. 14, p. 3032-3038, jul. 1979.

KOBAYASHI, H.; SUZUKI, T.; KASASHIMA, Y.; MOTEGI, A.; SATO, I.; MATSUSAKA, N.; ONO, N.; MIURA, A.; SAITO, F.; SAITO, S. Effects of tri-, di- and monobutyltin on synaptic parameters of the cholinergic system in the cerebral cortex of mice. **Japanese Journal of Pharmacology**, Tóquio, v. 72, n. 4, p. 317-324, dez. 1996.

KUBITZA, F. Questões Tilápias: qualidade das águas, sistemas de cultivo, planejamento de produção, manejo nutricional e alimentar e sanidade. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 59, p. 44-53, 2000.

_____. Tilápia em água salobra e salgada. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 88, p. 14-18, 2005.

MAHMOOD, N. A.; CARMICHAEL, W. W. The pharmacology of anatoxin-a(s), a neurotoxin produced by the freshwater cyanobacterium *Anabaena flos-aquae* NRC 525-17. **Toxicon**, Amsterdã, v. 24, n. 5, p. 425-434, 1986.

MARCO, M. P.; BARCELÓ, D. Environmental applications of analytical biosensors. **Measuring Science Technology**, Bristol, v. 7, n. 11, p. 1547-1562, nov. 1996.

MESULAM, M. M. et al. Acetylcholinesterase knockouts establish central cholinergic pathways and can use butyrylcholinesterase to hydrolyze acetylcholine. **Neuroscience**, Durham, v. 110, n. 4, p. 627-39, 2002.

MOLICA, R. J. R.; OLIVEIRA, E. J. A.; CARVALHO, P. V. V.C.; COSTA, A. N. S. F.; CUNHA, M. C. C.; MELO, G. L.; AZEVEDO, S. M. F. O. Occurrence of saxitoxins and an anatoxin-a(s)-like anticholinesterase in a Brazilian drinking water supply. **Harmful Algae**, Amsterdã, v. 4, n. 4, p. 743-753, jul. 2005.

MONSERRAT, J. M.; MARTÍNEZ, P. E.; GERACITANO, L. A.; AMADO, L. L.; MARTINS, C. M. G.; PINHO, G. L. L.; CHAVES, I. S.; FERREIRA-CRAVO, M.; VENTURA-LIMA, J.; BIANCHINI, A. Pollution biomarkers

in estuarine animals: Critical review and new perspectives. **Comparative Biochemistry and Physiology part C**, Amsterdã, v. 146, n. 1-2, p. 221–234, jul-ago. 2007.

NALINANON, S., BENJAKUL, S., KISHIMURA, H. Biochemical properties of pepsinogen and pepsin from the stomach of albacore tuna (*Thunnus alalunga*). **Food Chemistry**, Amsterdã, v. 121, n. 1, p. 49–55, jul. 2010.

NEUMANN, W. P. **The organic chemistry of tin**. Nova Iorque: John Wiley & Sons Ltd., 1970, 296 p.

NIMMO, D. R. Pesticides. In: RAND, G. M.; PETROCELLI, S.R. (Orgs.) **Fundamentals of aquatic toxicology: methods and applications**, Nova Iorque: Hemisphere, p. 335-373, 1985.

PAGE, D. S.; OZBAL, C. C.; LANPHEAR, M. E. Concentration of butyltin species in sediments associated with shipyard activity. **Environmental Pollution**, Amsterdã, v. 91, n. 2, p. 231-243, 1996.

QUINN, D. M. Acetylcholinesterase: enzyme structure, reaction dynamics, and virtual transition states. **Chemical Reviews**, Washington D.F., v. 87, n. 5, p. 955-979, out. 1987.

RODRÍGUEZ-FUENTES, G.; GOLD-BOUCHOT, G. Environmental monitoring using acetylcholinesterase inhibition in vitro. A case study in two Mexican lagoons. **Marine Environmental Research**, Amsterdã, v. 50, n. 1-5, p. 357-360, jul-dez. 2000.

SARKARATI, B., ÇOKUĞRAŞ, A. N., TEZCAN, E. F. 1999. Inhibition kinetics of human serum butyrylcholinesterase by Cd^{2+} , Zn^{2+} and Al^{3+} : comparison of the effects of metal ions on cholinesterases. **Comparative Biochemistry and Physiology part C**, Amsterdã, v. 122, n. 2, p. 181–190, fev. 1999.

SAROJINI, R.; REDDY, P. S.; NAGABHUSHANAM, R. Acute and chronic tributyltin induced alterations in digestive enzymes of the prawn, *Caridina rajadhari*. **Uttar Pradesh Journal of Zoology**, v. 12, p. 20-24, 1992.

SEDMAK, J. J.; GROSSBERG, S. E. A rapid, sensitive and versatile assay for protein using Coomassie brilliant blue G250. **Analytical Biochemistry**, Bethesda, v. 79, n. 1-2, p. 544-552, mai. 1977.

SCHRATZBERGER, M.; WALL, C. M.; REYNOLDS, W. J.; REED, J.; WALDOCK, M. J. Effects of paint-derived tributyltin on structure of estuarine nematode assemblages in experimental microcosms. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdã, v. 272, n. 2, p. 217-235, jun. 2002.

SILMAN, I.; SUSSMAN, J. L. Acetylcholinesterase: 'classical' and 'non-classical' functions and pharmacology. **Current Opinion in Pharmacology**, Birmingham, v. 5, n. 3, p. 293-302, jun. 2005.

SILVA, R. P. F.; OLIVEIRA, V. M.; BEZERRA, R. S. Proteases digestivas (pepsina, tripsina e quimotripsina) de *Oreochromis niloticus* sensíveis a íons metálicos. **O Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 2, p. 152-152, jul-dez. 2011.

SILVA, K.C.C.; ASSIS, C. R. D.; OLIVEIRA, V. M.; CARVALHO JR, L. B.; BEZERRA, R. S. Kinetic and physicochemical properties of brain acetylcholinesterase from the peacock bass (*Cichla ocellaris*) and in vitro effect of pesticides and metal ions. **Aquatic Toxicology**, Amsterdã, v. 126, p. 191-197, jan. 2013.

SOTIROPOULOU, S.; FOURNIER, D.; CHANIOTAKIS, N. A. Genetically engineered acetylcholinesterase-based biosensor for attomolar detection of dichlorvos. **Biosensors and Bioelectronics**, Amsterdã, v. 20, n. 11, p. 2347-2352, mai. 2005.

TOMITA, R. Y.; BEYRUTH, Z. Toxicologia de ambientes aquáticos. **O Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 135-142, jul-dez. 2002.

VILLATTE, F.; SCHULZE, H.; SCHMID, R. D.; BACHMANNTT. A disposable acetylcholinesterase-based electrode biosensor to detect anatoxin-a(s) in water. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, Nova Iorque, v. 372, n. 2, p. 322-326, jan 2002.

Capítulo 4

MICROBIOTA ANEMÓFILA ISOLADA NA PISTA DE COOPER DO RIACHO CAVOUÇO: UMA QUESTÃO DE SAÚDE AMBIENTAL

Marilene da Silva Cavalcanti¹

Janssen Joseph Albino da Silva²

Kênia Valença Correia³

Victor Hugo Moreira de Lima⁴

INTRODUÇÃO

Os fungos são microrganismos ubíquos, encontra-se em vegetais, em animais, no homem, em detritos, na água e, em abundância no solo, sendo participantes ativos no ciclo dos elementos na natureza. Sua dispersão é feita, no ambiente, por várias maneiras ou vias: animais, homem, insetos, água e, principalmente, pelo ar atmosférico, através dos ventos.

No ciclo de vida dos fungos, os esporos gerados de forma sexual ou assexual, apresentam papel importante na constatação e identificação dos espécimes. Estas unidades apresentam estruturas variadas, sendo algumas delas, como a parede celular, a morfologia dos esporos e do esporóforo, presença de ornamentações ou formas especiais destas hifas, importantes para a taxonomia. Alguns fungos desenvolvem-se em meios de cultivo especiais onde formam colônias de dois tipos: leveduriformes ou filamentosas.

1 Dra. Em Botânica pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo e Profa. Adjunto do Depto. de Micologia-UFPE

2 Graduando no Curso de Ciências Biológicas ênfase Ciências Ambientais/CCB/UFPE

3 PhD. Em Ciências pela Universidad Nacional Autónoma de México e Profa. Adjunta do Departamento de Zoologia –UFPE;

4 Mestrando em Ciências Biológicas – Universidade Federal de Pernambuco/ UFPE

As colônias leveduriformes são de modo geral pastosas ou mucóides e assim caracterizam o grupo das leveduras ou dos fungos filamentosos dimórficos, enquanto que as colônias filamentosas, que caracterizam os bolores, podem apresentar-se algodonosas, aveludadas ou pulverulentas e com os mais variados tipos pigmentares (ALEXOPOULOS et. al., 1996; TORTORA et. al., 2000; LACAZ et. al., 2002).

A necessidade da expansão do conhecimento sobre os fungos anemófilos (transportados pelo ar), o crescente interesse por microrganismos alergênicos e a procura de novos indicadores ambientais vem despertando interesse no estudo de fungos anemófilos no Brasil, já que a frequência e a diversidade dos mesmos podem estar associadas com fatores ambientais (SCHOENLEIN-CRUSIUS et. al., 2001).

A habilidade dos fungos em causar doença em humanos parece ser um fenômeno acidental, diagnosticado como infecções oportunistas, com raríssimas exceções, e estaria associada ao estado imunitário do indivíduo e a sua exposição ambiental (WANKE et. al., 2000).

Entre os diferentes tipos de micoses os fungos causadores de micoses profundas são adquiridos principalmente por inalação e estão amplamente distribuídos no ambiente, com atuação saprofítica e em condições especiais liberam estruturas reprodutivas que irão infectar homens e animais.

O fungo *Cryptococcus neoformans*, é patogênico para o homem, sendo que este organismo está amplamente distribuído pelos solos, especialmente em locais com presença de fezes de pombos entre outras aves. A inalação do *C. neoformans*, inicialmente causa infecção pulmonar, não comumente ultrapassando este estágio, mas, contudo, em função da quantidade inalada e em indivíduos que apresentam qualquer comprometimento imunológico, esta micose evolui expressando um quadro de meningite crônica, que pode ser fatal se não for devidamente tratada (WANKE et. al., 2000).

Aspergillus spp., *Rhizopus* spp. e *Mucor* spp. são gêneros amplamente distribuídos no ambiente (BARNETT & HUNTER, 1972), principalmente no solo e no ar a partir de onde podem acidentalmente infectar o homem, causando micose apenas quando encontra condições favoráveis ao seu crescimento. As complicações mais frequentes são quadros infecciosos,

reações de hipersensibilidade e toxicidade crônica, causada pela ingestão de seus metabólitos. *Fusarium* spp. também é um fungo ubíquo, vivendo saprofiticamente na água e especialmente no solo, indicado como causador de infecções oportunistas (WEITZMAN & SUMMERBELL, 1995).

Como subprojeto do Projeto “Diagnóstico Socioambiental do Riacho Cavouco”, o objetivo fundamental deste estudo foi verificar a micobiota anemófila da Pista de Cooper do riacho Cavouco, na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Com intuito de avaliar diretamente a qualidade ambiental da mesma e indiretamente a qualidade das águas do riacho em pauta, uma vez que através da evaporação, a mesma pode contribuir para a diversidade da microbiota anemófila encontrada em seu entorno.

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras foram coletadas na Pista de Cooper, no período chuvoso (julho de 2012) em 10 estações de coleta. Foram utilizadas Placas de Petri contendo 20 mL de meio Batata-Dextrose-Ágar (BDA) acrescido de cloranfenicol (50 mg/mL^{-1}). As placas em triplicatas foram expostas em dez pontos equidistantes ($\pm 100 \text{ m}$) a um metro de altura do solo, durante dez minutos. Em seguida as placas foram transferidas para o Laboratório de Fungos Aquáticos da Universidade Federal de Pernambuco – *Campus* Recife, e incubadas a temperatura ambiente ($27 \pm 2^\circ\text{C}$) durante 5-8 dias para posterior identificação. Após esse período, as colônias foram quantificadas e transferidas para tubos de ensaio contendo meio de cultura específico de acordo com a carência nutricional de cada táxon.

A identificação das espécies foi realizada através do exame das características macro e microestruturais e análise comparativa com os parâmetros estabelecidos na taxonomia convencional.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fungos anemófilos isolados totalizaram 2.056 assinalamentos, sendo 96% do grupo dos anamórficos, seguidos do filo Zigomycota com 6% e Ascomycota com 2%. No total foram 19 gêneros e 50 espécies. A espécie *Candida albicans* predominou dentre todos os isolados com 97

assinalamentos (4,71 %), seguido de *Aspegillus niger* com 77 (3,74%) e *A. flavus* com 72 (3,50%), como pode ser visto nas Tabelas 1 e 2.

Algumas espécies isoladas são de interesse médico e veterinário, podendo causar processos ulcerativos e queratomicoses, infecções pulmonares em pacientes com doenças granulomatosas, onicomomicoses, otomicoses, doenças invasivas, aspergiloses alérgicas, infecções pulmonares, doenças de pele, micoses humanas, peritonites, infecções cutâneas e oftálmicas, sinusites, endocardites ulceração da córnea, osteomielite em cães, esporotricoses, candidíase, dentre outras (Figura 1).

Tabela 1 - Número de colônias de fungos anemófilos isoladas na Pista de Cooper da Universidade Federal de Pernambuco.

TÁXONS	ESTAÇÕES DE COLETA									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Acremonium furcatum</i> F. & Moreau ex W. Gams	5	3	2	1	5	3	6	2	3	4
<i>Acremonium murorum</i> (Corda) W. Gams	3	2	4	3	4	7	3	2	1	6
<i>Acremonium kiliense</i> Grütz	3	2	4	4	2	4	3	1	4	4
<i>Acremonium fusidioides</i> (Nicot) W. Gams	4	6	2	6	5	5	2	5	3	2
<i>Aspergillus caespitosus</i> Raper & Thom	3	4	2	4	3	1	4	7	5	3
<i>Aspergillus candidus</i> Link	5	2	4	2	3	4	4	4	5	5
<i>Aspergillus flavus</i> Link	8	10	7	5	7	5	6	5	9	10
<i>Aspergillus japonicus</i> Satio	5	5	4	4	6	4	5	6	9	7
<i>Aspergillus niger</i> van Tieghem var. <i>niger</i>	10	9	6	5	7	6	7	8	10	9
<i>Aspergillus ochraceus</i> Wilhelm.	2	2	3	3	5	3	2	3	5	5
<i>Aspergillus oryzae</i> (Ahlburg) Cohn	2	3	5	6	8	4	5	5	6	3
<i>Aspergillus restrictus</i> G. Smith	4	3	3	3	4	5	6	7	6	6
<i>Aspergillus terreus</i> Thom	2	5	3	3	4	4	2	5	3	5

TÁXONS	ESTAÇÕES DE COLETA									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Aspergillus ustus</i> (Bain.) Thom & Church	1	1	2	3	4	1	3	3	4	2
<i>Aspergillus versicolor</i> (Vuill.) Tiraboschi	5	3	2	4	3	2	6	2	6	4
<i>Aspergillus sydowii</i> (Bain.) Thom & Church	2	4	4	2	3	2	5	3	7	3
<i>Aspergillus wentii</i> Wehmer	4	5	5	3	5	3	3	5	7	5
<i>Aureobasidium pullulans</i> (de Bary) Arn. var <i>manigenum</i> Hermainide-Nijof	2	6	5	2	2	2	4	4	5	3
<i>Candida albicans</i> (Robim) Berkhout	11	21	9	9	6	8	9	5	9	10
<i>Cladosporium cladosporioides</i> (Fres.) de Vries	11	8	7	5	6	4	7	5	8	10
<i>Curcularia brachyspora</i> Boedijn	5	2	4	4	2	3	6	2	6	3
<i>C. pallescens</i> Boedijn	4	3	3	5	2	2	3	4	4	4
<i>Fusarium oxysporum</i> Schlecht.	6	5	7	6	2	3	3	4	5	2
<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	3	2	4	2	3	2	5	3	6	3
<i>Eupenicillium javanicum</i> (van Beyma) Stolk & Scott	2	2	3	3	3	1	5	3	8	4
<i>Myrothecium gramineum</i> Libert	4	3	2	2	3	3	3	3	4	2
<i>Myrothecium roridum</i> Tode ex Steudel	4	5	2	2	4	3	2	2	5	6
<i>Mucor Racemosus</i>	4	2	2	4	5	1	1	1	2	3
<i>Nigrospora sphaerica</i> (Sacc.) Mason	8	4	4	5	3	5	4	3	6	4
<i>Paecilomyces lilacinus</i> (Thom) Samson	10	2	10	4	4	3	6	7	3	7
<i>Paecilomyces variotii</i> Bain.	6	2	5	4	2	2	4	4	5	7

TÁXONS	ESTAÇÕES DE COLETA									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Pestalotiopsis maculans</i> (Corda) Nag. Raj.	5	5	4	3	3	2	3	3	2	5
<i>Pestalotiopsis aurantio- griseum</i> Dierckx	6	3	2	2	5	4	5	3	5	6
<i>Penicillium citreonigrum</i> Dierckx	8	5	4	5	4	5	4	3	4	4
<i>Penicillium decumbens</i> Thom	5	3	4	3	5	2	6	3	6	3
<i>Penicillium fellutanum</i> Biourge	6	5	7	4	2	2	7	4	6	4
<i>Penicillium implicatum</i> Biourge	7	4	2	4	3	3	5	2	4	6
<i>Penicillium purpuroge- num</i> Stoll	3	6	8	4	6	5	5	3	6	5
<i>Penicillium oxalicum</i> Currie & Thom	3	2	6	3	3	6	4	5	6	3
<i>Penicillium verruculosum</i> Peyronel	8	4	6	3	4	4	5	5	6	5
<i>Phoma cava</i> Schulz.	4	5	4	5	5	3	6	4	3	6
<i>Phoma destructiva</i> Plowr	3	6	4	2	4	4	5	2	6	3
<i>Phoma leveillei</i> Boerema & Bollen	2	5	2	4	4	2	4	2	3	6
<i>Pithomyces atro-olivaceus</i> (Cooke & Harkness) M. B. Ellis	2	4	2	2	4	2	2	3	3	1
<i>Rhizopus stolonifer</i> (Lindt) Schipper	1	2	1	2	4	2	3	1	1	1
<i>Rhodotorula glutinis(- Fres.)Harrison</i>	9	6	6	6	2	2	3	4	4	4
<i>Trichoderma aureoviride</i> Rifai	2	1	2	6	5	6	2	2	2	2
<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai	2	2	3	6	3	5	3	3	2	2
<i>Syncephalastrum racemo- sum</i> Cohn. ex Schröt	3	1	1	2	4	4	3	1	3	2
<i>Sporothrix schenckii</i> Hek- toen & Perkins	5	4	2	2	5	3	6	3	2	3

TÁXONS	ESTAÇÕES DE COLETA									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TOTAL DE ASSINALAMENTOS	237	211	203	190	202	174	221	181	249	225

Tabela 2 - Percentual total dos táxons isolados.

TAXONS	TOTAL	%
<i>Acremonium furcatum</i>	34	1,65
<i>Acremonium murorum</i>	35	1,70
<i>Acremonium kiliense</i>	31	1,51
<i>Acremonium fusidioides</i>	40	1,95
<i>Aspergillus caespitosus</i>	36	1,75
<i>Aspergillus candidus</i>	38	1,85
<i>Aspergillus flavus</i>	72	3,50
<i>Aspergillus japonicus</i>	55	2,68
<i>Aspergillus niger</i>	77	3,75
<i>Aspergillus ochraceus</i>	33	1,61
<i>Aspergillus oryzae</i>	47	2,29
<i>Aspergillus restrictus</i>	47	2,29
<i>Aspergillus terreus</i>	36	1,75
<i>Aspergillus ustus</i>	24	1,17
<i>Aspergillus versicolor</i>	37	1,80
<i>Aspergillus sydowii</i>	35	1,70
<i>Aspergillus wentii</i>	45	2,19
<i>Aureobasidium pullulans</i>	35	1,70
<i>Candida albicans</i>	97	4,72
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	71	3,45
<i>Curcularia brachyspora</i>	37	1,80
<i>Curcularia pallescens</i>	34	1,65
<i>Fusarium oxysporum</i>	43	2,09

TAXONS	TOTAL	%
<i>Fusarium solani</i>	33	1,61
<i>Eupenicillium javanicum</i>	34	1,65
<i>Myrothecium gramineum</i>	29	1,41
<i>Myrothecium roridum</i>	35	1,70
<i>Mucor Racemosus</i>	25	1,22
<i>Nigrospora sphaerica</i>	46	2,24
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	56	2,72
<i>Paecilomyces variotii</i>	41	1,99
<i>Pestalotiopsis maculans</i>	35	1,70
<i>Pestalotiopsis aurantiogriseum</i>	41	1,99
<i>Penicillium citreonigrum</i>	46	2,24
<i>Penicillium decumbens</i>	40	1,95
<i>Penicillium fellutanum</i>	47	2,29
<i>Penicillium implicatum</i>	40	1,95
<i>Penicillium purpurogenum</i>	51	2,48
<i>Penicillium oxalicum</i>	41	1,99
<i>Penicillium verruculosum</i>	50	2,43
<i>Phoma cava</i>	45	2,19
<i>Phoma destructiva</i>	39	1,90
<i>Phoma leveillei</i>	34	1,65
<i>Pithomyces atro-olivaceus</i>	25	1,22
<i>Rhizopus stolonifer</i>	18	0,88
<i>Rhodotorula glutinis</i>	46	2,24
<i>Trichoderma aureoviride</i>	30	1,46
<i>Trichoderma harzianum</i>	31	1,51
<i>Syncephalastrum racemosum</i>	24	1,17
<i>Sporothrix schenckii</i>	35	1,70

Figura 1 - Colônias filamentosas e leveduriformes isoladas do ar atmosférico na Pista de Cooper da Universidade Federal de Pernambuco.



A microbiota da Pista de Cooper apresentou uma alta diversidade de fungos anemófilos (2.056 diagnoses), alguns desses são citados na literatura pertinente como causadores de doenças, que vão desde uma simples alergia até mesmo a casos mais graves podendo levar a óbito.

A diversidade fúngica encontrada, possivelmente foi influenciada devido ao fato da Pista de Cooper estar localizada no entorno do riacho Cavouco que em outros estudos da qualidade de suas águas mostrou possuir uma taxa fora dos padrões do CONAMA (Capítulo 2).

A diferença dos resultados deste trabalho frente aos de outros pesquisadores pode ser atribuída à localização geográfica, épocas e metodologias das coletas, ou aos fatores abióticos. Supõe-se que os esporos disseminados quando a velocidade dos ventos é maior, menor será a deposição dos esporos, logo a técnica utilizada neste trabalho pode apresentar diferenças, visto que esta depende da sedimentação das partículas, frente a

técnicas mais modernas como Rotorod Sampler[®], onde através de uma vara de plástico que gira rapidamente por uma máquina elétrica o ar é filtrado e as partículas presentes nele são coletadas, deste modo não dependendo da deposição das estruturas fúngicas (MEZZARI et. al., 2002).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existe a necessidade de um estudo mais aprofundado que também inclua a análise fúngica das águas do riacho, bem como um levantamento de outras pistas de Cooper no grande Recife. A existência de poucos dados na literatura impediu o aprofundamento da discussão dos dados encontrados, o que revela a necessidade de mais estudos referentes a essa temática.

REFERÊNCIAS

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. 4.ed. **Introductory Mycology**. New York: John Wiley & Sons, 1996. 896p.

BARNETT, H. L. & HUNTER, B. B., Illustrated genera of imperfect fungi. **Minnesota**: Burgess Publishing Company. 1972. 241p.

LACAZ, C. S.; PORTO, E.; MARTINS, J. E. C.; HEINS-VACCAU, E. M.; MELO, N. T. 9.ed. **Tratado de micologia médica**. São Paulo: Sarvier, 2002.1104p.

MEZZARI, A.; PERIN, C.; SANTOS JÚNIOR, S. A.; BERND, L. A. G. Airborne fungi in the city of Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v.44, n.5, 2002, p.269-272.

SCHOENLEIN-CRUSIUS, I. H.; TRUFEM, S. F. B.; GRANDI, R. A. P.; MILANEZ, A. I.; PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A. Airborne fungi in the region of Cubatão, São Paulo State, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology**. v.32, 2001, p.61-65.

TORTORA, J. T.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. 6 ed. **Microbiologia**. Porto Alegre: Artmed, 2000, 827p.

WANKE, B.; LAZÉRA, M. S.; NUCCI, M. Fungal infections in the immune compromised host. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.95, 2000, p.153-158.

WEITZMAN, I. & SUMMERBELL, R. The dermatophytes. **Clinical Microbiology Reviews**, v.8, 1995, p.240-249.

Capítulo 5

MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS COMO BIOINDICADORES DA QUALIDADE ECOLÓGICA DA ÁGUA DO CAVOUÇO - RECIFE, PERNAMBUCO

Gilberto Gonçalves Rodrigues¹

Rafael Pereira da Silva²

Jorge Ricardo Oliveira Martins³

INTRODUÇÃO

Indicadores da qualidade ambiental constituem a maneira mais prática e eficaz para delimitar o nível das alterações nos ecossistemas. A análise da qualidade da água pode ser feita por meio de indicadores físicos, químicos e biológicos. As variáveis físicas e químicas são vantajosas pela identificação imediata de modificações nas propriedades da água (GOULART & CALLISTO, 2003), pela detecção precisa da variável modificada e pela determinação das concentrações alteradas. Entretanto, essas variáveis são limitadas pela descontinuidade temporal e espacial em suas amostragens quando comparadas a variáveis biológicas.

WHITFIELD (2001) afirma que análises por intermédio de variáveis físicas e químicas da água fornecem um caráter momentâneo de uma situação altamente dinâmica, sendo insuficientes para a determinação das consequências para a comunidade biológica. Alternativamente, a

1 Dr. Em Ciências Naturais pela Universität Braunschweig, Alemanha. Professor Adjunto do Departamento de Zoologia do CCB e Docente do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/UFPE

2 Bolsista PiBIC – PROPESQ/UFPE. Graduando em Bacharelado em Ciências Biológicas – UFPE

3 Biólogo graduado pelo Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas ênfase Ciências Ambientais – UFPE

avaliação a partir de comunidades biológicas pode refletir a integridade ecológica dos ecossistemas (física, química e biológica), integrando os efeitos dos diferentes agentes impactantes e fornecendo uma medida agregada dos impactos (BARBOUR et al., 1999).

As comunidades biológicas em ecossistemas aquáticos são formadas por grupos de organismos que sofreram adaptações evolutivas em relação a determinadas condições ambientais e apresentam variados limites de tolerância às diferentes alterações (ALBA-TERCEDOR, 1996). De acordo com a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (U.S. Environmental Protection Agency - USEPA, 1996), a utilização de indicadores biológicos deve servir como um complemento às informações das análises físicas e químicas sobre a qualidade das águas, além de ter um importante papel para a avaliação da integridade ecológica de rios e lagos. Dessa forma, o monitoramento biológico constitui uma importante ferramenta na avaliação da qualidade ecológica em ecossistemas aquáticos.

Os organismos bioindicadores são espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas, em que sua presença, quantidade e distribuição indicam a magnitude dos impactos ambientais em um ecossistema (CALISTO e GONÇALVES, 2002). A utilização de tais organismos baseia-se no princípio de que, submetidos a condições adversas em seu ambiente, determinados grupos se adaptam ou morrem, refletindo o nível de preservação das condições naturais ou as alterações provocadas pela emissão de poluentes ambientais (ALBA-TERCEDOR, 1996).

A partir desses dados, pode-se ter uma avaliação integrada dos efeitos causados por múltiplas fontes de poluição, sendo considerado um método de inferência complementar a métodos físicos e químicos, que analisam o excesso de tais variáveis na coluna d'água e sua importância como poluente (RODRIGUES, 2006). O estudo da composição, biomassa e abundância dos organismos considerados bioindicadores (variáveis biológicas), relacionadas com as variáveis físicas e químicas, vem tornando mais segura e precisa a classificação dos corpos hídricos (GOULART e CALLISTO, 2003), em termos de qualidade para o consumo humano e animal.

Os macroinvertebrados bentônicos em cursos d'água são os principais responsáveis pela transformação do material orgânico particulado na coluna

d'água em partículas menores, sendo influenciada por fatores como o ciclo hidrológico, o substrato e a química d'água (MINSHAL, 1984; STATZNER e HIGLE, 1986; RICHARDS et al., 1997). Entre os muitos indicadores biológicos utilizados para a avaliação da qualidade dos ecossistemas aquáticos (CHESSMAN e WILLIAMS, 1999; HARRIS e SILVEIRA, 1999; KINGSFORD, 1999; SMITH, 2003; VIDAL-ABARCA, 2004; CARVALHO & UIEDA 2004), os macroinvertebrados bentônicos se caracterizam como os mais empregados, devido à sua sensibilidade à poluição e a mudanças nas características do habitat (RESH e JACKSON, 2001).

O grupo dos macroinvertebrados bentônicos se caracteriza por viver no fundo de corpos d'água de ambientes continentais (rios e lagos), predominando entre eles larvas de insetos aquáticos, minhocas d'água, caramujos, vermes e crustáceos (RODRIGUES, 2006), com uma ampla diversidade de habitats e hábitos e de estratégias e mecanismos alimentares (BICUDO e BICUDO, 2007) e com tamanho de corpo maior que 0,2mm. Muitos se alimentam da matéria orgânica produzida na coluna d'água ou proveniente da vegetação marginal, sendo importantes na dieta de peixes, anfíbios e aves aquáticas e por seu papel na ciclagem de nutrientes no ecossistema (ROSENBERG e RESH, 1993), transferindo a energia obtida para os animais nos níveis acima da cadeia trófica.

Sua utilização como bioindicadores se deve a diversos fatores, entre eles seus ciclos de vida suficientemente longos, favorecendo a detecção de alterações em longo prazo; baixa mobilidade, submetendo-se aos impactos antrópicos locais; tamanho de corpo relativamente grande e de fácil amostragem; baixo custo no desenvolvimento de projetos; boa disponibilidade de chaves de identificação (ROSENBERG e RESH, 1993); técnicas padronizadas de avaliação; e uma alta biodiversidade, refletindo numa enorme escala de tolerância e num amplo espectro de respostas frente a diferentes níveis de contaminação (ALBA-TERCEDOR, 1996; LENAT e BARBOUR, 1994).

Em locais impactados por atividades antrópicas, ocorre uma perda ou diminuição da incidência de táxons sensíveis e o aumento de táxons tolerantes, levando à diminuição da diversidade (AZRINA et al., 2006).

NORRIS e THOMS (1999) contribuem sugerindo que os efeitos sobre a biota são o ponto final da degradação da natureza, podendo

representar um importante papel indicador da saúde dos ecossistemas. Sendo assim, a partir do levantamento de tais bioindicadores e do conhecimento das condições ambientais propícias para sua sobrevivência, possibilita-se o diagnóstico das condições ecológicas de determinada área (CALLISTO e GONÇALVES, 2002), sendo de utilidade para a avaliação de impactos decorrentes de descargas de efluentes domésticos, industriais, cargas de efluentes urbanos e agrossilvipastoris, resíduos de mineração, contaminação natural e acidental (PNMA, 2003).

Esse tipo de monitoramento ambiental, cada vez mais, se apresenta como uma ferramenta de fundamental importância para a classificação e o enquadramento de corpos aquáticos em classes de qualidade de água e em padrões de potabilidade humana.

UTILIZAÇÃO DO ÍNDICE BMWP PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE ECOLÓGICA DA ÁGUA

A utilização de índices biológicos baseados nas relações ecológicas entre organismos bioindicadores é uma importante ferramenta para a avaliação da qualidade em ecossistemas de água doce, fornecendo subsídios para decisões políticas a respeito do manejo e da conservação desses recursos (CALLISTO e GONÇALVES, 2002). A partir do final da década de 1960, boa parte dos países europeus passou a utilizar metodologias de avaliação da qualidade da água baseadas em índices bióticos de macroinvertebrados aquáticos. No ano de 1976, na Grã-Bretanha, um grupo de trabalho foi formado para discutir e sintetizar o conhecimento acerca dos índices de qualidade ambiental até então conhecidos (ARMITAGE et al., 1983). Surgiu daí um sistema de monitoramento denominado “Biological Monitoring Working Party Score System” (BMWP) (BUSS et al., 2003).

Esse sistema consiste na atribuição de pontuações (scores) a determinados grupos taxonômicos de macroinvertebrados aquáticos, a variar de acordo com o grau de tolerância de cada grupo à poluição. Sua classificação usual se dá ao nível taxonômico de família, visto a dificuldade de classificações mais específicas (BUSS et al., 2003), de baixo custo de sua amostragem e de uma extensa quantidade de chaves de identificação.

De acordo com o índice biótico BMWP, cada família recebe um valor entre 1 e 10, a depender de sua sensibilidade aos impactos ambientais (Quadro 1). Famílias sensíveis a altos níveis de poluentes irão receber valores mais altos, enquanto aquelas com maior tolerância receberão valores menores (ALBA-TERCEDOR, 1996).

Após o registro e a classificação dos táxons somam-se os valores resultantes, obtendo-se um valor final para a área em questão (BUSS et al., 2003; HILSENHOFF, 1988). Esse valor é então comparado com uma tabela preestabelecida (Quadro 2), indicando o grau de conservação local. Locais poluídos geralmente vão ter uma baixa biodiversidade e uma ampla densidade de organismos, restritos a grupos de maior tolerância, que podem servir como monitores das condições ecológicas em corpos aquáticos por indicar tanto as variações recentes quanto aquelas já ocorridas (CALLISTO et al., 2001).

Quadro 1 - Índice BMWP modificado IAP/SEMA 2003

FAMÍLIA	PONTUAÇÃO
Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae, Taeniopterygidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Calamoceratidae, Helicopsychidae, Athericidae, Blephariceridae, Capniidae, Leuctridae, Leptoceridae, Megapodagrionidae, Odontoceridae	10
Astacidae, Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegastridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae	8
Ephemerellidae, Prosopistomatidae, Nemouridae, Gripopterygidae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephelidae, Ecnomidae, Hydrobiosidae, Pyralidae, Psephenidae	7
Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Thiaridae, Hydroptilidae, Unionidae, Mycetopodidae, Hyriidae, Corophilidae, Gammaridae, Hyalellidae, Atyidae, Palaemonidae, Trichodactylidae, Platynemididae, Coenagrionidae, Leptohyphidae	6

Oligoneuridae, Polymitarciidae, Dryopidae, Elmidae (Elminthidae), Helophoridae, Aeglidae, Dendrocoelidae Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dugesiiidae	5
Baetidae, Caenidae, Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae, Sciomyzidae, Rhagionidae, Sialidae, Corydalidae, Piscicolidae, Hydracarina	4
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae (Limnocoeridae), Pleidae, Veliidae, Corixidae, Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeriidae, Notonectidae, Glossiphonidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae, Ostracoda,	3
Chironomidae, Culicidae, Ephydriidae, Thaumaleidae	2
Oligochaeta (todas as classes), Syrphidae	1

Fonte: IAP /SEMA 2003.

Devido a diferenças na diversidade de habitats, ecossistemas e na biodiversidade local em diferentes países e regiões geográficas, esse índice sofreu diversas adaptações e modificações (JUNQUEIRA e CAMPOS, 1998; RAMOS et al., 2007; MONTEIRO et al., 2008; BIEGER et al., 2010; ROCHE et al., 2010), na maioria das vezes por equivalência ecológica ou quanto ao nível de tolerância a poluentes.

LOYOLA (2000), a partir de dados de monitoramento da qualidade da água em afluentes do reservatório de Itaipu, adaptou um índice BMWP para rios do Estado do Paraná, por meio do Instituto Ambiental da Paraná (IAP) e da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), o qual é atualizado continuamente.

Para o presente estudo, utilizou-se o índice BMWP modificado IAP/SEMA (2003) para rios e riachos do Paraná, pelo GEPRHEA (Grupo de Estudos e Pesquisa em Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada), da Universidade Estadual do Norte do Paraná.

Quadro 2 – Gabarito BMWP modificado IAP/ SEMA 2003.

CLASSE	QUALIDADE	VALOR	SIGNIFICADO	COR
I	ÓTIMA	> 150	Águas muito límpidas (águas prístinas)	LILÁS
II	BOA	121-149	Águas límpidas, não poluídas, ou sistema perceptivelmente não alterado	AZUL ESCURO
III	ACEITÁVEL	101-120	Água pouquíssimo poluída ou sistema com pouca alteração	AZUL CLARO
IV	DUVIDOSA	61-100	São evidentes efeitos moderados de poluição	VERDE
V	POLUÍDA	36-60	Águas poluídas (sistema alterado)	AMARELO
VI	MUITO POLUÍDA	16-35	Águas muito poluídas (sistema muito alterado)	LARANJA
VII	FORTEMENTE POLUÍDA	< 15	Águas fortemente poluídas (sistema fortemente alterado)	VERMELHO

Fonte: IAP/SEMA 2003.

OBJETIVOS DO ESTUDO

Disponibilizar dados sobre a macrofauna bentônica presente no riacho Cavouco, de forma a contribuir com informações que possam ser utilizadas para pesquisas futuras e no gerenciamento e controle da deposição de resíduos no riacho, tendo como objetivos:

a) realizar um diagnóstico da qualidade ecológica da água do riacho Cavouco a partir do índice BMWP modificado IAP/ SEMA (2003).

b) avaliar os bioindicadores presentes nas diferentes Estações de Coleta (EC) ao longo do riacho Cavouco, no período de 2010 e 2013;

MATERIAIS E MÉTODOS

AValiação DOS MACROINVERTEBRADOS – ANO 2010

Para a avaliação da colonização por macroinvertebrados bentônicos em detritos foliares, foi escolhida a espécie *Eichornia crassipes* (Mart.)

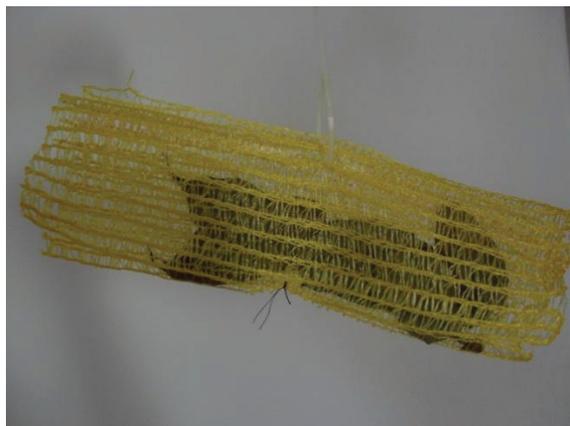
Solms, Pontederiaceae, devido à sua vasta ocorrência na nascente do riacho Cavouco. Foram coletados ramets da espécie e, em seguida levados a laboratório, onde se separou parte vegetativa submersa (raízes) de parte vegetativa aérea, utilizando-se desta para a avaliação de colonização por macroinvertebrados bentônicos. Após, seguiu-se a secagem da parte vegetativa aérea em casa de vegetação por um período de 14 dias e, posteriormente, por 48 horas em estufa a 60°C. Foram separadas 16 frações de, aproximadamente, 10,0 g cada uma, sendo pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g. Cada fração foi acondicionada em *litter-bags* (Figura 1), com rede de malha de 10,0 mm X 2,0 mm, totalizando 16 bolsas. A identificação de cada bolsa se deu através de etiquetas metálicas com numeração específica.

As *litter-bags* foram expostas em sua totalidade no dia 24 de fevereiro de 2011, sendo divididas em duas Estações de Coleta (ECs):

EC 1: HC – Ponte próxima ao Hospital das Clínicas (Fig. 2A)

EC 2: BC – Ponte próxima à Biblioteca Central da UFPE (BC) (Fig. 2B).

Figura 1 – *Litter-bag* utilizada nos experimentos.



Fonte: Aluísio Sales Ribeiro

Figura 2A - EC1: Ponte próxima ao Hospital das Clínicas de Pernambuco. 2B - EC2. Ponte localizada próximo à Biblioteca Central da UFPE. Foto Jorge Martins.



Para cada EC, foram distribuídas oito *litter-bags*. Cada bolsa foi fixada individualmente em pontos situados na parte inferior de cada ponte. Após um período de 70 dias, as *litter-bags* foram retiradas, o material biológico foi acondicionado em sacos plásticos e transportado para o laboratório, onde se seguiu a lavagem, separação e triagem do substrato remanescente e a pesagem dos detritos foliares.

AVALIAÇÃO DOS MACROINVERTEBRADOS – ANO 2013

Foram confeccionadas bolsas de decomposição (*litter bags*), com rede de malha de 10,0 mm X 2,0 mm de fibra plástica maleável, com abertura que permite a entrada e saída dos organismos. As bolsas foram preenchidas com 4,0g de folhas de *Inga ingoides* (Rich) Wild., Fabaceae, sendo expostas no dia 28 de novembro 2013 e retiradas após sete dias, nas seguintes ECs:

EC1: HC – Hospital das Clínicas

EC2: BC – Biblioteca Central

EC3: LIKA – Laboratório de Imunopatologia Keizo-Asami (LIKA)/
Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães

EC4: CTG – Centro de Tecnologia e Geociências

Os mesmos procedimentos realizados com os macroinvertebrados, em 2010, foram empregados nesse experimento, em 2013.

PROCEDIMENTOS EM LABORATÓRIO

Em laboratório, o material coletado foi lavado em água corrente, com a utilização de peneira metálica de 200 µm de malha. O material aderido às folhas (material circundante) foi cuidadosamente retirado, acondicionado em recipientes plásticos de 50 mL e conservado em álcool a 70%, para posterior triagem e identificação dos organismos. Já separado, o material foliar foi submetido a secagem forçada em estufa, em temperatura de 60 °C, por um período de 48 horas, buscando-se chegar a um peso constante. O material foliar remanescente (detritos foliares) foi pesado em balança analítica com precisão de 0,001 g.

A IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS MACROINVERTEBRADOS

O material remanescente nas *litter-bags* consistiu de matéria biológica, composta pelos macroinvertebrados bentônicos, aderidos ao material exposto ou diretamente às partes vegetativas da planta. Conservou-se o material circundante em álcool a 70%, com os macroinvertebrados sendo posteriormente triados e separados com o auxílio de lupa estereoscópica.

Os macroinvertebrados foram identificados ao nível taxonômico de família. Sua classificação se deu com a contribuição de chaves de identificação e literatura específica (BOFFI, 1979; MCCAFFERTY, 1981; TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1995; FERNÁNDES, 2001; COSTA, 2006 e MUGNAI, et. al. 2010).

ANÁLISE DE DADOS

Mediante a utilização do índice biológico BMWP modificado IAP/SEMA (2003), os macroinvertebrados bentônicos receberam pontuações entre 1 e 10, atribuídos de acordo com sua sensibilidade a poluentes orgânicos. As famílias sensíveis a altos níveis de poluição receberam valores mais altos, enquanto famílias tolerantes receberam valores menores. As pontuações nas tabelas foram feitas qualitativamente em relação às famílias encontradas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS – ANO 2010

Foram encontrados *taxa* representantes de Hirudinea, Gastropoda, Ostracoda e Insecta. A classe Insecta (Figura 3) foi o táxon de maior representatividade, com cinco famílias pertencentes à Diptera (Ceratopogonidae, Chironomidae, Psychodidae, Syrphidae e Tipulidae), estas ocorrendo nas duas ECs, e uma de Trichoptera (Polycentropodidae), ocorrendo apenas na EC1.

Hirudidae (Hirudinea) ocorreu apenas na EC2, enquanto Ostracoda se apresentou nas duas ECs. Entre os Gastropoda, identificaram-se organismos representantes de Planorbidae e Megalobulimidae. A EC2 contou apenas com indivíduos de Planorbidae.

Utilizando-se do índice BMWP modificado IAP/SEMA (2003), foi verificada a situação apresentada em cada EC. A EC1 obteve pontuação igual a 29, e a EC2, pontuação igual a 20. Ambas se classificaram como muito poluídas, sendo caracterizadas por um ambiente muito alterado (Quadro 2).

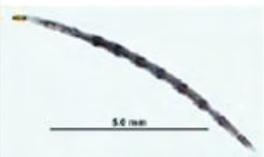
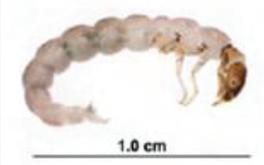
Polycentropodidae (Trichoptera) foi o táxon de maior valor (score 7) nas amostras, ocorrendo apenas na EC1. Ceratopogonidae e Psychodidae foram os táxons de valor intermediário (score 4), identificados em ambas as ECs. Chironomidae (score 2) e Syrphidae (score 1) foram os táxons de menor valor nas amostras, ocorrendo em ambas as ECs. A presença de Hirudidae (score 3) apenas na EC2 pode representar uma poluição mais evidente nessa área, visto que esse grupo pode estar atuando como predador em detrimento de outros grupos mais sensíveis à poluição. Megalobulimidae não se apresentou na tabela BMWP utilizada, não sendo utilizado durante as análises.

Ambas as ECs se apresentaram com uma baixa riqueza de macroinvertebrados bentônicos associados a *E. crassipes*, sendo Insecta o táxon de maior representatividade, com um total de seis famílias. Foram cinco de Diptera e uma de Trichoptera.

Psychodidae, Ceratopogonidae e Chironomidae (Diptera) foram, respectivamente, os *taxa* de maior representatividade em ambas as ECs. Polycentropodidae (Trichoptera) foi o único táxon pertencente à Trichoptera representante nas amostras, também sendo o de maior pontuação, ocorrendo apenas na EC1. Polycentropodidae (Trichoptera) e Tipulidae (Diptera) foram os *taxa* de maiores valores de acordo com o índice BMWP seguido, com ambos ocorrendo apenas na EC1. A presença destes grupos apenas na EC1 pode ser um indício de uma tênue melhora na qualidade da água desta em relação à EC2 (Tabela 3), visto que tais táxons normalmente atuam em ambientes naturais ou com baixo grau de impacto ambiental (ARIMORO et al., 2007; OLIVEIRA & CALLISTO, 2010).

Chironomidae e Syrphidae foram os *taxa* de maior tolerância presentes nas amostras. Chironomidae possui uma ampla ocorrência em ambientes poluídos e naturais, sendo muitas vezes utilizado unicamente como grupo bioindicador da qualidade ecológica da água (TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO, 1995).

Figura 3 - Famílias representantes de Insecta ocorrentes no riacho Cavouco. Fonte: watermonitoring.uwex.edu

	<p>CERATOPOGONIDAE</p>	<p>Larvas encontradas em ambientes lânticos. Distiguídas pela ausência de pernas torácicas articuladas. Hábito filtrador, retalhador ou predador.</p>
	<p>CHIRONOMIDAE</p>	<p>Família mais diversificada entre os insetos aquáticos. Coletores, filtradores ou predadores. Usualmente utilizados como bioindicadores.</p>
	<p>POLYCENTROPODIDAE</p>	<p>Trichoptera. Geralmente encontrados em ambientes lânticos. Predadores ou coletores. Tem papel na filtragem e no processamento de material orgânico, sendo sensíveis à poluição.</p>
	<p>PSYCHODIDAE</p>	<p>Tolerantes à poluição. Coletores ou predadores, com a maioria das larvas sendo herbívoras. Abundantes em ecossistemas aquáticos.</p>
	<p>SYRPHIDAE</p>	<p>Podem viver em ambientes com baixo nível de oxigênio, tendo papel como filtradores, coletores, retalhadores e predadores. Abundantes em ecossistemas aquáticos.</p>
	<p>TIPULIDAE</p>	<p>Atuam como retalhadores, coletores, filtradores ou predadores, com a maioria sendo herbívors</p>

Syrphidae, por sua vez, possui uma ampla diversidade de habitats e hábitos alimentares (MARINONI et al., 2006), o que promove o estabelecimento dessa família, mesmo em condições de alto impacto ambiental. Possivelmente este grupo tende a atuar na área como predador, em vista de ser altamente tolerante à poluição.

Tabela 3 – Resultados do índice biológico (BMWP modificado) utilizado para avaliação da qualidade da água do riacho Cavouco a partir da análise de macroinvertebrados bentônicos.

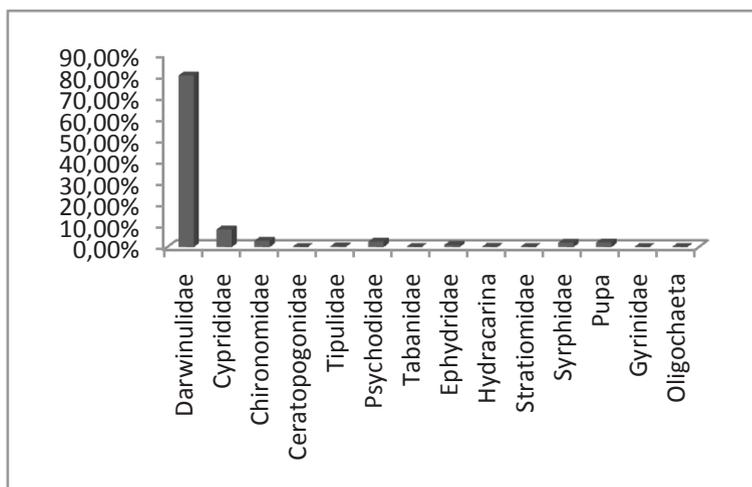
Taxa	EC1	EC2
Polycentropodidae	7	-
Tipulidae	5	-
Ceratopogonidae	4	4
Psychodidae	4	4
Ostracoda	3	3
Planorbidae	3	3
Hirudidae	-	3
Chironomidae	2	2
Syrphidae	1	1
Total	29	20

MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS – ANO 2013

Foram identificados, aproximadamente, 2.500 indivíduos pertencentes a 14 taxas, sendo eles Ostracoda (Darwinulidae e Cyprididae), larvas e pupas de Diptera (Chironomidae, Ceratopogonidae, Tipulidae, Psychodidae, Tabanidae, Ephydridae, Stratyomidae, Syrphidae), Acari (Hydracarina), Coleoptera (Gyrinidae) e Oligochaeta. Considerando todas as quatro ECs os táxons de maior representatividade foram Darwinulidae (80%) e Cyprididae (10%), representando, aproximadamente, 90% dos indivíduos (Figura 4).

EC4 apresenta maior riqueza de taxa, com, aproximadamente, 80%, seguindo da EC1 (20%), EC2 (15%) e EC3 (15%) (Figura 5). Essa riqueza esta correlacionada negativamente ($\rho = 0,6$) com a abundância relativa dos taxa, que têm maior representatividade nas EC2 e EC3, com, aproximadamente, 90% da abundância de todas as ECs. Estas ECs são representadas, em sua maioria, por indivíduos da família Darwinulidae (Ostracoda) (88%).

Figura 4 – Abundância Relativa de táxons nas E'Cs do riacho Cavouco, UFPE.



A EC4 apresentou a maior riqueza de taxa (10), sendo os mais abundantes Psychodidae e Syrphidae (Diptera), com, aproximadamente, 45% da abundância. A EC1 apresentou uma riqueza mediana, porém com menor abundância, sendo representada por cinco taxa; os de maior representatividade foram Darwinulidae e Psychodidae (60%).

Após a identificação dos indivíduos, foi feita a análise com o modelo BMWP. As EC1, EC2, EC3 e EC4 apresentaram os seguintes escores mostrados na Tabela 4.

Figura 5 – Relação entre riqueza e abundância de táxons das ECs do riacho Cavouco, UFPE.

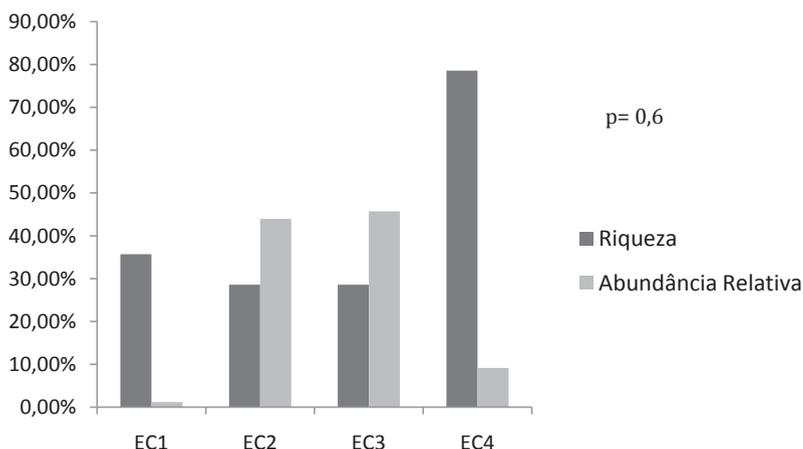


Tabela 4 – Resultados do índice biológico (BMWP modificado) utilizado para avaliação da qualidade ecológica da água do riacho Cavouco a partir da análise de macroinvertebrados bentônicos. Fonte: IAP/ SEMA 2003.

Taxa	EC1	EC2	EC3	EC4
Darwinulidae	2	2	2	2
Cyprididae	2	2	2	
Chironomidae	2	2	2	2
Ceratopogonidae		4	4	
Tipulidae	5			
Psychodidae	4			4
Tabanidae	4			
Ephydriidae	2			
Hydracarina	3			3
Stratiomidae	4			
Syrphidae	1			
Gyrinidae				
Oligochaeta				1
Total	29	10	10	12

O trabalho realizado em 2010 apresentou maior riqueza (8) no trecho correspondente à EC1 (HC), com maior representatividade de indivíduos da Ordem Diptera. Essa maior abundância de Diptera também foi encontrada na EC2 (Av. dos Reitores), porém essa EC apresentou menor riqueza (7).

Em 2010, foi também encontrados indivíduos de Polycentropodidae (Trichoptera), que são bioindicadores de qualidade da água. A maior riqueza em EC1, aliada à presença de taxa com pontuações maiores (Polycentropodidae, mais sensíveis a perturbações ambientais), demonstra que essa EC se apresenta em melhor qualidade.

Comparando os dados encontrados em 2013, é possível inferir que, em relação à qualidade da água nos trechos estudados, tanto EC1 e EC2 obtiveram menor riqueza ao passar do tempo, causada possivelmente pela maior quantidade de interferências antrópicas. As EC1 e EC2 apresentaram, em 2013, uma mudança de classe de “Muito Poluída” para “Fortemente Poluída” corroborando estas afirmações.

ARAÚJO & OLIVEIRA (2013) menciona que “o riacho Cavouco apresenta uma carga de poluição significativa em todos os trechos estudados, apesar de não haver evidências de metais pesados, sabe-se que mesmo em quantidade subletais estes afetam os processos ecológicos”. Essa prerrogativa, aliada, a resultados obtidos por meio do biomonitoramento de macroinvertebrados, comprova, o alto nível de poluição e interferência antrópica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o índice BMWP, um baixo número de grupos taxonômicos em uma dada área pode representar um alto nível de poluição, significando a extinção local de grupos mais sensíveis a impactos ambientais, com a consequente perda de processos essenciais para a manutenção do ecossistema.

Por meio do índice BMWP modificado IAP/SEMA (2003), foi possível observar que as duas ECs em 2010 se caracterizaram como “Muito Poluídas”. Tal situação pode ser devido à quantidade e a proporção de

efluentes, tanto orgânicos quanto inorgânicos, lançados em suas margens diariamente (CALADO et al., 2007). No entanto, a realização de análises em um maior número de trechos do riacho Cavouco, em 2013, detectou que a maioria dos trechos se apresenta como “Fortemente Poluídas”, com exceção da EC4 do CTG (Muito Poluída).

A EC1 (2010) apresentou um maior número de táxons sensíveis à poluição, o que também pode indicar um melhor estado de conservação. Visto que essa EC recebe efluentes de dentro da universidade, um melhor estado já era esperado, devido ao monitoramento contínuo realizado pelo GEAQ (DEQ) da UFPE, o que proporciona um maior controle dos lançamentos de efluentes nas margens do riacho Cavouco na área interna da universidade, por parte da prefeitura da Cidade Universitária. CALADO et al. (2007) e SILVA (2011) demonstraram que a poluição próxima ao Hospital de Clínicas da UFPE (EC1) é sobretudo inorgânica, derivada do recebimentos de efluentes dos centros e departamentos da própria universidade. Em 2013, essa situação se agravou, demonstrando um aumento no nível de classe do índice biológico.

A área próxima à Biblioteca Central da UFPE (EC2), por sua vez, está localizada em um trecho com maior influência de poluição orgânica, recebendo despejos domésticos e industriais, derivados de bairros fora do perímetro da UFPE (CALADO et al., 2008; SILVA, 2011). Em 2013, a situação se tornou mais acentuada em relação a 2010. As três ECs BC, HC e LIKA alteraram o nível de classes do índice biológico para “Fortemente Poluídas”.

A partir dos resultados obtidos, pode-se corroborar a afirmação de que a presença de organismos tolerantes à poluição está relacionada diretamente com a qualidade dos corpos d'água. Por intermédio do índice BMWP modificado (IAP/SEMA 2003), verificou-se que ambas as ECs, que em 2010 apresentaram um alto grau de poluição (Muito Poluídas), sendo classificadas como sistemas muito alterados, passaram a condições mais precárias (Fortemente Poluídas) em 2013.

A avaliação ambiental a partir de características biológicas apresenta-se como complementar as análises baseadas em variáveis físicas e químicas, fazendo-se necessária uma ação dessas três variáveis para um diagnóstico mais efetivo das águas do riacho Cavouco.

Somando-se a isso, torna-se imprescindível a realização de uma gestão integrada de monitoramento do riacho, com vistas a integrar a preservação da qualidade da água do riacho e um melhor cuidado e planejamento quanto à destinação final dos resíduos provenientes de dentro e fora da universidade. Para tal, sugere-se a utilização da Educação Ambiental para a conscientização da sociedade acadêmica e do entorno, tendo esta, conjuntamente com a Universidade, a responsabilidade de zelar por esses recursos.

REFERÊNCIAS

ALBA-TERCEDOR J. **Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos.** IV SIAGA, Almeria. V.2I, p. 203-213. 1996.

ARIMORO, F. O. ET AL. **Water quality changes in relation to Diptera community patterns and diversity measured at an organic effluent impacted stream in the Niger Delta, Nigeria.** Ecol. Indicators 7. 541–552. 2007.

ARMITAGE, P.D. ET AL. **The Performance of a New Biological Water Quality Score System Based on Macroinvertebrates Over a Wide Range of Unpolluted Running-Water Sites.** Wat. Res. V. 17, n. 3, p.333-347. 1983.

ARAÚJO, M. C.; OLIVEIRA, M. B. M. 2013. **Monitoramento da qualidade das águas de um riacho da Universidade Federal de Pernambuco, Brasil Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science** ISSN 1980-993X – doi:10.4136/1980-993X

ARMITAGE, P.D., D. MOSS, J.F. WRIGHT & M.T. FURSE, 1983. **The performance of a new Biological Water Quality Score System based on Macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites.** Wat. Res. 17: 333-347

AZRINA M. Z. ET AL. **Anthropogenic impacts on the distribution and biodiversity of benthic macroinvertebrates and water quality of the Langat River, Peninsular Malaysia.** Ecotoxi. and Environ. Saf. V. 64: 337-347. 2006.

BARBOUR, M.T. ET AL. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates**

and Fish. 2a ed. EPA. U.S. Environ. Protection Agency: Office of Water. Washington, D.C. 1999.

BIEGER, L. et al. **Are the streams of the Sinos River basin of good water quality? Aquatic macroinvertebrates may answer the question.** *Braz. J. Biol.*, Dec 2010, vol.70, no.4, p.1207-1215. ISSN 1519-6984.

BICUDO, C.E.M.; BICUDO, D.C. **Amostragem em Limnologia.** Rima, São Carlos (SP). 346 p. 2007.

BOFFI, A.V. 1979. **Moluscos brasileiros de interesse médico e econômico.** Rio de Janeiro, Hucitec Ed., 376p.

BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F.; NESSIMIAN, J.L. **Bases Conceituais para aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios.** *Cad. Saúde Pública*. Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 465-473. 2003.

CALADO, S. C. S. et. al. Monitoramento da qualidade das águas do Riacho Cavouco da UFPE– Recife/PE. 47° Cong. Bras. Quím. Natal (RN). 17/09 a 21/09. 2007.

CALADO, S. C. S. ET AL. **Avaliação da influência dos esgotos na qualidade das águas do riacho Cavouco dentro do campus da UFPE.** 48° Cong. Bras. Quím. Rio de Janeiro (RJ). 29/09 a 03/10. 2008.

CALLISTO, M. ET AL. **Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos.** *Rev. Bras. Rec. Híd. (RBRH)*. V. 6 (1): 71-82. 2001.

CALLISTO, M.; GONÇALVES, J. **A vida nas águas das montanhas.** *Rev. Ci. Hoje*. V. 31. P. 68 – 71. 2002.

CARVALHO, E.M.; UIEDA, V.S. **Colonization by benthic macroinvertebrates in artificial and natural substrates in a mountain stream from Itatinga, São Paulo, Brasil.** *Rev. Bras. Zoo*. V. 21. P. 287-293. 2004.

CHESSMAN, B.C., & WILLIAMS, S.A. **Biodiversity and conservation of river macroinvertebrates on an expanding urban fringe: western Sydney, New South Wales, Australia.** *Pacific Conservation Biology*. V. 5, p. 36-55. 1999.

COSTA, C. **Insetos imaturos: metamorfose e identificação.** Ribeirão Preto: Holos, 249p. 2006.

FERNANDEZ, H. R.; DOMÍNGUEZ, E. **Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos Sudamericanos.** Tucumán (Argentina): Editora Universitaria de Tucumán. 2001.

GOULART M.; CALLISTO M. **Bioindicadores de qualidade da água como ferramenta em estudos de impacto ambiental.** Rev. da FAPAM, ano 2, n 1. 2003

HARRIS, J.H.; SILVEIRA, R. **Large-scale assessments of river health using an index of biotic integrity with low-diversity fish communities.** Fresh. Biol. V. 41 (2), 235-252. 1999.

HILSENHOFF, W.L. **Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index.** Journal of the North American Benthological Society. V. 7 (1), p. 65-68. 1988.

ÍNDICE BMWP (BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY) MODIFICADO IAP/SEMA. 2003 ([Http://indicadoresbiologicos.blogspot.com](http://indicadoresbiologicos.blogspot.com))

KINGSFORD, R.T. **Aerial survey of waterbirds on wetlands as a measure of river and floodplain health.** Fresh. Biol. V. 41(2), p. 425 - 438. 1999.

JUNQUEIRA, V.M. & CAMPOS, S.C.M. **Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil).** Acta Limnol. Bras., v.10, p.125-135, 1998.

LENAT, D. R.; BARBOUR, M. T. **Using benthic macroinvertebrate community structure for rapid, cost-effective, water quality monitoring: Rapid Bioassessment.** In: Loeb, S. L. & Spacie, A. (eds.). Biological monitoring of aquatic systems. Lewis Publishers. Florida. 187-215pp. 1994.

LOYOLA, R. G. N. **Atual estágio do IAP de índices biológicos de qualidade.** Anais. V Simpósio de ecossistemas brasileiros: Conservação. V. 1. Conservação e Duna. ACIESP, n. 109, p. 46-52, 2000.

MACCAFFERTY, W.P. **Aquatic Entomology.** Boston: Jones and Bartlett Publishers, 1981, 448p.

MARINONI, L. ET AL. Chave de identificação ilustrada para os gêneros de Syrphinae (Diptera, Syrphidae) de ocorrência no sul do Brasil. **Biota Neotropica**, V. 7, n. 1. 2006.

MINSHALL G.W. **Aquatic insect-substratum relationships**. In: The Ecology of Aquatic Insects, pp. 358-400. Resh, V.H. & Rosenberg, D.M (Eds). Prager Scient, New York, USA. 1984.

MONTEIRO, T.R.; OLIVEIRA, L.G; GODOY, B.S. (2008), **Biomonitoramento da qualidade da água utilizando macroinvertebrados bentônicos**: Adaptação do índice biótico BMWP' à Bacia do Rio Meia Ponte-GO. *Oecologia Brasiliensis*, 12 (3): 553-563.

MUGNAI, R. ET AL. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro**. Ed. Technical Books, 2009.

NORRIS, R.H., THOMS, M.C. **What is river health?** *Fresh. Biol.* V. 41, p. 197-209. 1999.

OLIVEIRA, A.; CALLISTO, M. **Benthic macroinvertebrates as bioindicators of water quality in an Atlantic forest fragment**. *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre, 2010.

PARESCHI D. C. **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores da qualidade da água em rios e reservatórios da bacia hidrográfica do Tietê – Jacaré**. Tese de Doutorado. 2008.

PROGRAMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – PNMA. Componente Desenvolvimento Institucional. Subcomponente Monitoramento da Qualidade da Água. 145p. 2003.

RAMOS, R. C.; LUCCA, J. V.; DA SILVA, F. L.; ROCHA, O. **Análise da densidade e diversidade da fauna de macroinvertebrados bentônicos em duas lagoas do sistema de lagoas do Vale do Médio Rio Doce (MG)**. In: III Fórum Ambiental da Alta Paulista, 2007, Tupã. III Fórum Ambiental da Alta Paulista, 2007. v. III. p. 2088-2098.

RESH, H.V.; JACKSON, J.K. **Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates**. In: ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. Kluwer Academic Publishers, p.195-233. 2001.

RICHARDS, C. ET AL. **Catchment and reach-scale proprieties as indicators of macroinvertebrate species traits.** Fresh. Biol. V. 37: 219-230. 1997.

ROCHE, K.F., QUEIROZ, E.P., RIGHI, K.O.C. & SOUZA, G.M. 2010. **Use of the BMWP and ASPT indexes for monitoring environmental quality in a neotropical stream.** Acta Limnol. Bras. 22(1):105-108. <http://dx.doi.org/10.4322/actalb.02201010>.

RODRIGUES, G. G. **Bioindicadores, uma abordagem contemporânea.** I Congr. Sul Bras. de Meio Ambiente – Universidade do Contestado, SC – 5 a 7 de julho. 2006.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V.H. **Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates.** In: **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates.** (eds.) ROSENBERG, D. M. & RESH, V.H. Chapman and Hall, New York, pp. 1-9. 1993.

SILVA, M. S. **Estudo da qualidade da água do Riacho Cavouco dentro do campus da UFPE, Recife, PE.** 2011. 51 f. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Pernambuco, Brasil. 2011.

SMITH, V.H. **Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems: a global problem.** Environ. Scie. and Poll. Res. International v. 10 (2), 126–139. 2003.

STATZNER, B.; HIGLE, B. **Stream hydraulics as a major determinant of benthic invertebrate zonation patterns.** Fresh. Biol. V. 16: 127-139. 1986.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. **Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: guia de identificação e diagnose dos gêneros.** UFSCar, São Carlos, Brasil. 1995.

UNESCO. **Methodological guidelines for the integrated environmental evaluation of water resources development,** IHR – International Hydrological Programme, Paris, p152. 1987.

U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Proposed guidelines for ecological risk assessment: Notice.** FRL-5605-9. Federal Register, 61, 47552-47631. 1996.

VIDAL-ABARCA, M. R. ET AL. **Los ríos de las regiones semiáridas.**
Ecosistemas. V. 1. 2004.

WHITFIELD, J. **Vital signs.** Nature, 411 (28): 989-990. 2001.

Capítulo 6

SISTEMA AGROFLORESTAL COMO PROPOSTA PARA RESTAURAÇÃO DA MATA CILIAR DO RIACHO CAVOUÇO

Gilberto Gonçalves Rodrigues¹

Tiago Barroso Jatobá²

INTRODUÇÃO

O riacho Cavouco possui sua nascente inserida no *Campus* Recife da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), localizado ao lado do Colégio de Aplicação. Segundo Cavalcanti (2006), a sua nascente se localiza nas proximidades do cemitério da Várzea, a oeste da Avenida Acadêmico Hélio Ramos (ESPÍNDULA, 2004).

O trecho do riacho situado no *Campus* foi transformado em um lago artificial, pela delimitação de suas margens e injeção de águas em seu leito. Anteriormente, este recebia os mais variados tipos de dejetos. Atualmente, serve de aporte para águas de drenagem pluvial, devido a um sistema de drenagem voltada para o seu leito. Durante o período seco, o riacho recebe água, a partir de um sistema de bombeamento, com o objetivo de manter o seu volume (ETS, 2003 *apud* ESPÍNDULA, 2004).

Em seu trajeto, o riacho Cavouco atravessa ruas, como a Av. Professor Moraes Rego (BR 101), Av. Getúlio Vargas, Rua do Bom Pastor e Avenida Caxangá. Fora das imediações do *Campus* da UFPE, o riacho percorre áreas densamente urbanizadas, como os bairros da Várzea,

1 Dr. Em Ciências Naturais pela Universität Braunschweig, Alemanha. Professor Adjunto do Departamento de Zoologia do CCB e Docente do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/UFPE

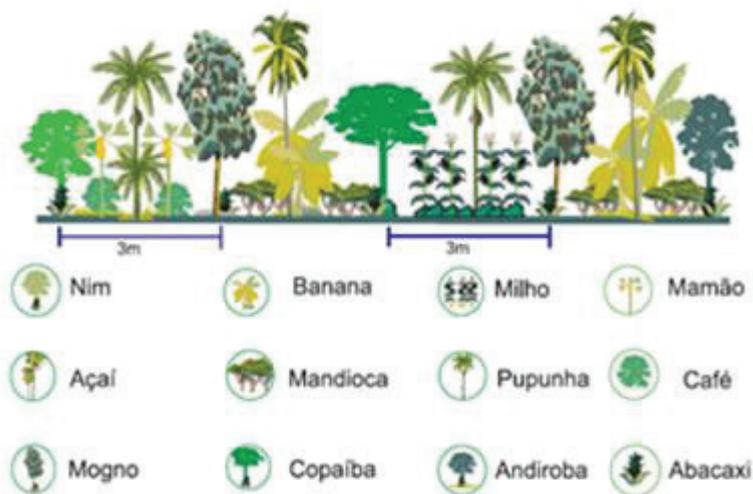
2 Biólogo graduado pelo Curso de Bacharelado em Bacharelado em Ciências Biológicas – UFPE

Engenho do Meio, Iputinga e Monsenhor Fabrício, os quais se apresentam com carência de mata ciliar e de sistemas de esgotamento sanitário, acarretando o acréscimo de efluentes, sobretudo orgânicos, para o seu leito. Ao retornar ao *Campus*, acaba por receber efluentes hospitalares (Hospital das Clínicas de Pernambuco – HC e Serviço de Verificação de Óbitos – SVO) e o descarte de substâncias químicas, muitas vezes sem tratamento prévio, do Centros da própria Universidade.

Uma das ações a serem tomadas para sanar os problemas do Cavouco, além do lançamento e tratamento dos resíduos, seria a proteção da mata ciliar em seu entorno. A proposta da criação de um Sistema Agroflorestal (SAF) para a restauração das margens do Cavouco seria uma das melhores opções para um ambiente ecologicamente sustentável.

Entre as definições clássicas de SAF, pode-se dizer que “é uma forma de ocupação do solo, no qual se integram árvores, arbustos e palmeiras com cultivos de frutíferas e outras plantas, com ou sem a adição de animais, de forma simultânea ou em sequência temporal em uma mesma área (PIAUI, 2010)”. Nair (1993) ressalta a importância de outro conceito empregado nesse tipo de sistema, “a criação de estratos produtivos de acordo com o hábito e a biologia de cada planta, explorando desde espécies de copas altíssimas a espécies que sobrevivem e produzem na sombra”. As técnicas de distribuição e escolha das espécies são adaptáveis ao local de plantio e ao clima da região buscando uma combinação harmoniosa entre espécies nativas e introduzidas. Essa proposta foi iniciada por um grupo de alunos da UFPE denominado Coletivo Guazuma.

Figura 1. Ilustração mostrando a diversificação do plantio em um sistema agroflorestal. Fonte: <http://2.bp.blogspot.com/-s4Eurgk/TeznJelvPBI/AAAAAAAAAcI/YA7lu4FeuM/s320/agrofloresta2.jpg>



Segundo Jatobá (2011) busca-se com esse tipo de sistema um melhor aproveitamento para os recursos ambientais e para as formações vegetais, como água, solo, vento e luz. Os SAFs são uma ferramenta que pode conciliar uma alta produtividade com uma viabilidade econômica e melhoria de qualidade de vida (MDA, 2008).

Os cultivos agroflorestais podem ser divididos, de acordo com a nomenclatura proposta por Daniel et al. (1999), em três tipos de sistemas: i) agrossilviculturais, cultivos agrícolas e árvores, incluindo arbustos e/ou trepadeiras; ii) silvipastoris, pastagens e/ou animais e árvores e iii) agrossilvipastoris, cultivos agrícolas, pastagens e/ou animais e árvore.

Segundo Jatobá (2011), a iniciativa de planejamento e instalação de um SAF no Centro de Ciências Biológicas CCB/UFPE proporcionaria, através de vivências, aulas práticas e pesquisas, uma melhor abordagem a temas que relacionem a sustentabilidade ambiental, ecologia e sociedade, além de contribuir para o reflorestamento do *Campus* e área do entorno do riacho Cavouco. O objetivo deste capítulo é relatar o processo de um Sistema Agroflorestal iniciado no *Campus* da UFPE, às margens do riacho Cavouco.

SAF do CCB

O local de implantação do SAF está situado no Recife-PE, dentro da Cidade Universitária da UFPE, em uma área de 600m² por trás do CCB (8° 03' 02.18"S, 34° 56' 56.72"W). Tal região, antes da ocupação humana, integraria a mata ciliar que margeia o riacho Cavouco, afluente do rio Capibaribe (Figura 2A e 2B).

Em 2009, durante a realização das atividades de construção do SAF foram realizadas anotações decorrentes da observação participante (MARTINS, 1996) e entrevistas informais com os envolvidos no processo de criação do projeto, alunos do Curso de Ciências Biológicas, Ciências Geográficas e outros cursos da UFPE. Registros fotográficos foram feitos por Jatoba (2011), além de consulta ao acervo do próprio SAF durante o período de 2009 a 2011.

A nomenclatura das técnicas utilizadas para a criação do SAF e o plantio das espécies vegetais foi definida mediante consulta na literatura existente, bem como pelas respostas dos entrevistados e por meio da observação participativa, registrada nas atividades pedagógicas que foram realizadas (JATOBÁ, 2011).

Figura 2. Imagens da área destinada para implantação do SAF. **2A.** Área de influencia do SAF às margens do riacho Cavouco. **2B.** Área do SAF (40m X 15m). Fonte: Google Earth



O levantamento florístico foi feito através da identificação das mudas, registro fotográfico e observação do estabelecimento das plantas, comparando com a literatura existente (LORENZZI, et al 2006; LORENZI &

SOUZA, 2001), e utilização de sementes agrícolas previamente identificadas. Os dados obtidos foram tabulados e classificados segundo a proposta de Peneireiro e Brillhante (1998) para espécies agroflorestais (JATOBÁ, 2011).

TÉCNICAS UTILIZADAS NO PROCESSO DE INSTALAÇÃO DO SAF

Em 2010, foram utilizadas técnicas de adubação verde e cobertura morta (*mulch*) a fim de preparar o solo para receber as mudas de árvores e arbustos, juntamente com a criação dos núcleos de fertilidade, que delimitaram os espaços de plantio de caminhos do SAF (MOLLISON & SLAY, 1994; PIOVESAN *et al.*, 2009).

Um viveiro de mudas já havia sido instalado no CCB pelos estudantes desde dezembro de 2009. A prioridade para o cultivo foram espécies nativas de Mata Atlântica, frutíferas, medicinais, aromáticas e ornamentais, de diferentes ciclos de vida e estratos arbóreos.

A delimitação da área do SAF foi feita com uma cerca viva, formada basicamente de estacas de espécies ornamentais, aromáticas e medicinais. Completando a cerca viva, foram plantadas mudas de bromélias e agaves; sementes de leguminosas e cucurbitáceas (JATOBÁ, 2011).

Inicialmente, foi decidido pelos participantes da implantação do SAF que seriam plantadas de três a quatro árvores da Mata Atlântica, de grande porte, distribuídas de forma harmônica, de tal maneira, permitisse o plantio de outras espécies arbóreas sem comprometer as futuras construções do entorno. Com isso, foram criados os **núcleos de fertilidade** (Figura 3A) de cada espécie arbórea, mesmo sem que todas as espécies estivessem sido definidas

Dentre as técnicas utilizadas para o manejo dos núcleos de fertilidade, destaca-se o plantio diversificado de ervas, arbustos, lianas e árvores, com capina seletiva e podas estratégicas (REIS *et al.*, 1999). Os canteiros foram demarcados com o uso de materiais existentes no local, seguindo padrões naturais previamente planejados.

A época dos primeiros plantios foi escolhida em proximidade ao período de chuvas regulares, havendo a necessidade de regas esporádicas. Porém, após um ano de atividades, percebeu-se que durante os meses de chuva

o controle do capim se tornava mais difícil devido ao seu rápido crescimento. Isso levou a um maior investimento nas atividades durante os meses de seca.

ATIVIDADES DE PLANTIO DE MUDAS E POLICULTURAS

As atividades de manejo e plantio iniciaram com a medição e demarcação da área, seguida do plantio de uma cerca viva com as espécies apresentadas na Tabela 1.

Nas policulturas, foram cultivadas raízes, grãos, frutíferas, além de outras espécies lenhosas, buscando sempre a priorização das espécies nativas para as plantas perenes. Mesmo com plantas ainda em extratos herbáceo/arbustivos, observou-se um aumento na diversidade da fauna local, especialmente de insetos polinizadores, aves e anfíbios (Figura 3B).

Em agosto de 2011, foi realizado um levantamento das espécies botânicas implantadas no SAF (Tabela 2). O levantamento mostrou a presença de 35 morfoespécies, sendo 16 espécies pioneiras, uma secundária de ciclo curto, quatro secundárias de ciclo médio, quatro secundárias de ciclo longo e oito primárias. A identificação também demonstrou 33 gêneros e 19 famílias botânicas (JATOBÁ, 2011). A figura 4 mostra a distribuição dessas espécies quanto à família botânica, que teve uma predominância da família Fabaceae.

Tabela 1- Espécies utilizadas na cerca viva do SAF do CCB

Nome popular	Nome científico
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.
Bougainville	<i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd
Capim-santo	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf
Erva cidreira	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br. ex Britton & P. Wilson
Feijão-de-porco	<i>Canavalia ensiformis</i> (L.) DC.
Feijão-guandu	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth
Mucuna	<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.
Amora	<i>Morus nigra</i> L.
Jerimum	<i>Curcubita</i> sp.
Crotis	<i>Polyscias guilfoylei</i> (W. Bull) L.H. Bailey
Pé de dinheiro	<i>Polyscias guilfoylei</i> var. <i>laciniata</i> (Williams ex hort.) L.H. Bailey
Total	10

Figura 3. A - Implantação do Núcleo de fertilidade. Mutirão realizado em 2010. **B** - *Dendropsophus* (Anfíbia: Anura) em folha de milho (*Zea mays* L.), agosto 2011. Fonte: Acervo SAF-CCB.



Figura A

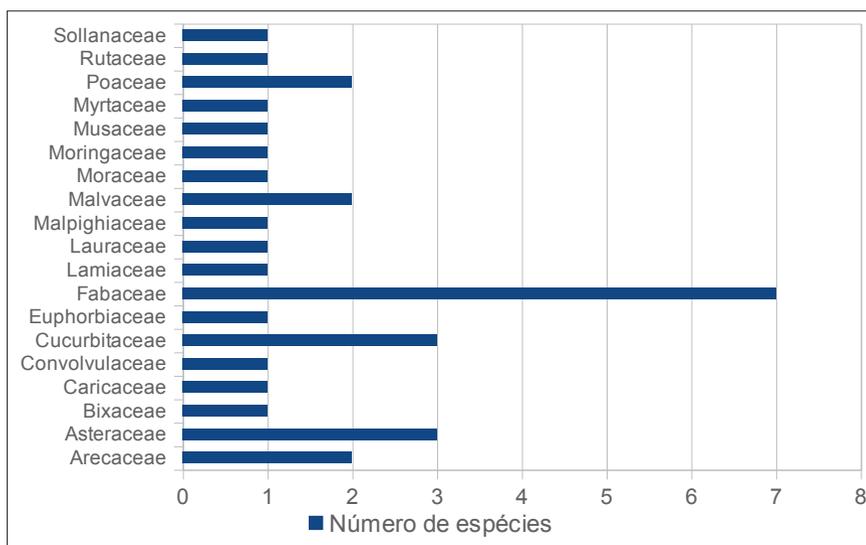


Figura B

Tabela 2- Espécies utilizadas nas policulturas do SAF em agosto de 2011. Legenda: P – pioneiras (primeiro consórcio a dominar) – até 6 meses; Sec I – secundárias de ciclo de vida curto (segundo consórcio a dominar) – 1,5 a 3 anos; Sec II – secundárias de ciclo de vida médio (terceiro consórcio a dominar) – 3 a 20 anos; Sec III – secundárias de ciclo de vida longo (quarto consórcio a dominar) – 20 a 40 anos; Pri – primárias (último consórcio a dominar) – mais de 40 anos. Estratificação: B – baixo, M – médio, A – alto, E – emergente.

Nome popular	Nome científico	Família	Grupo Sucessional	Estrato que ocupa no grupo sucessional
Abacate	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	Pri	M-A
Açaí	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Arecaceae	Pri	A
Acerola	<i>Malpighia glabra</i> L.	Malpighiaceae	Sec III	B
Amora	<i>Morus nigra</i> L.	Moraceae	Sec II	A
Banana	<i>Musa</i> sp.	Musaceae	Sec III	A
Biri-biri	<i>Alverrhoa bilim bi</i> L.	Oxalidaceae	Pri	M-A
Bucha	<i>Luffa aegyptiaca</i> Mill.	Cucurbitaceae	P	B
Cabaça	<i>Lagenaria siceraria</i> (Molina) Standl.	Cucurbitaceae	P	B
Cacau	<i>Theobroma cacao</i> L.	Malvaceae	Pri	B
Cana-de-açúcar	<i>Saccharum</i> sp.	Poaceae	P	A
Coqueiro	<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae	Pri	A
Cosmos	<i>Cosmos sulphureus</i> Cav.	Asteraceae	P	B-M
Crotalária	<i>Crotalus</i> sp.	Fabaceae	P	M
Crótis	<i>Polyscias guilfoylei</i> (W. Bull) L. H. Bailey	Araliaceae	P	A
Cupuçu	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. Spreng.) K. Schum	Malvaceae	Pri	M
Falso-boldo	<i>Plectranthus barbatus</i> Andrews	Lamiaceae	P	M
Feijão-de-corda	<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Fabaceae	P	B
Feijão-de-porco	<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw.	Fabaceae	P	B
Flamboyant-mirim	<i>Helianthus annuus</i> L.	Fabaceae	Sec II	M
Girassol	<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth.	Asteraceae	P	M-A
Guandu	<i>Inga edulis var. edulis</i>	Fabaceae	P	A
Ingá	<i>Curcubita</i> sp.	Fabaceae	Sec III	M
Jerimum	<i>Citrus</i> sp.	Cucurbitaceae	P	B
Laranja	<i>Carica papaya</i> L.	Rutaceae	Pri	B
Mamão	<i>Sphagneticola trilobata</i> (L.) Pruski	Caricaceae	Sec I	E
Margaridão	Pruski	Asteraceae	P	M
Mertiolate	<i>Jatropha curcas</i> L.	Euphorbiaceae	Sec II	M
Milho	<i>Zea mays</i> L.	Poaceae	P	A
Moringa	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringaceae	Pri	M
Mucuna	<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC.	Fabaceae	P	B
Pitanga	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae	Sec III	B
Tomate	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Sollanaceae	P	B-M
Urucum	<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	Sec II	M

Figura 4. Distribuição de famílias botânicas por número de espécies implantadas no SAF em agosto de 2011



PROPOSTA DE RESTAURAÇÃO/REFLORESTAMENTO DA MATA CILIAR DO RIACHO CAVOUÇO A PARTIR DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS – SAF

As áreas verdes da UFPE que circundam os trechos da nascente e do riacho Cavouço apresentam uma cobertura vegetal dividida entre corredores arborizados e vastas áreas cobertas apenas com gramíneas. Dentro dessa divisão, as áreas arborizadas apresentam espécies em sua maioria exóticas e sem nenhuma integração ecológica entre elas. Essa realidade se repete em outras universidades brasileiras, como mostra o trabalhos de Costa & Machado (2009), Rizzo et al. (1993) e Madruga et al (2007), que, estudando a arborização em campus universitário, ressaltam a importância em se pensar estratégias de planejamento paisagístico priorizando espécies arbóreas nativas dos seus respectivos biomas.

Um exemplo contrário é o que ocorre no *Campus* da Universidade Federal de Uberlândia – MG, onde existe uma alta diversidade florística

e uma excelente arborização, propiciando refúgio a invertebrados e à avifauna (FALEIRO e AMÂNCIO-PEREIRA, 2007). Num contexto maior, o *Campus* da UFPE encontra-se próximo de grandes manchas de vegetação natural, como as Matas do Curado, da Várzea e do Círculo Militar, o Parque Estadual de Dois Irmãos e o Jardim Botânico do Recife, que juntos totalizam aproximadamente 1500 ha (DIRMAN, 2011).

A criação de espaços como os SAFs serve como proposta para uma ocupação urbana que pode contribuir para melhorar fatores ambientais, como conforto térmico, sequestro de carbono, corredores ecológicos e integração com ambientes naturais (RODRIGUES e COPATTI, 2009; BOVO & AMORIM, 2007; DANTAS e SOUZA, 2004). Segundo Holmgren (2010), mediante os conceitos da permacultura são recriados ambientes humanos sustentáveis e produtivos, em equilíbrio e harmonia com a Natureza, tratando da água, das plantas, dos animais, da energia e das edificações.

O termo permacultura surgiu na década de 70, a fim de descrever uma forma de criar ambientes humanos integrados com animais e vegetais de forma permanente e “autoperpetuante” – cultura permanente – cunhado pelos australianos Bill Mollison e David Holmgreen (MACIEL-ALBUQUERQUE, 2010). Em Mollison e Slay (1994), tem-se permacultura como a integração harmoniosa das pessoas e paisagens, promovendo alimento, energia e abrigo, de forma sustentável, baseado na diversidade, estabilidade e resistência dos ecossistemas naturais.

Além de uma filosofia de vida, a permacultura tornou-se uma sistema de *design* para criação de assentamentos humanos sustentáveis, que visam preservar e ampliar os sistemas naturais (MOLLISON, 1988). A permacultura é norteadada por três éticas principais: cuidado com a terra, cuidado com as pessoas e repartição dos excedentes, além dos princípios para o design inspirados na observação dos sistemas naturais (HOLMGREEN, 2007).

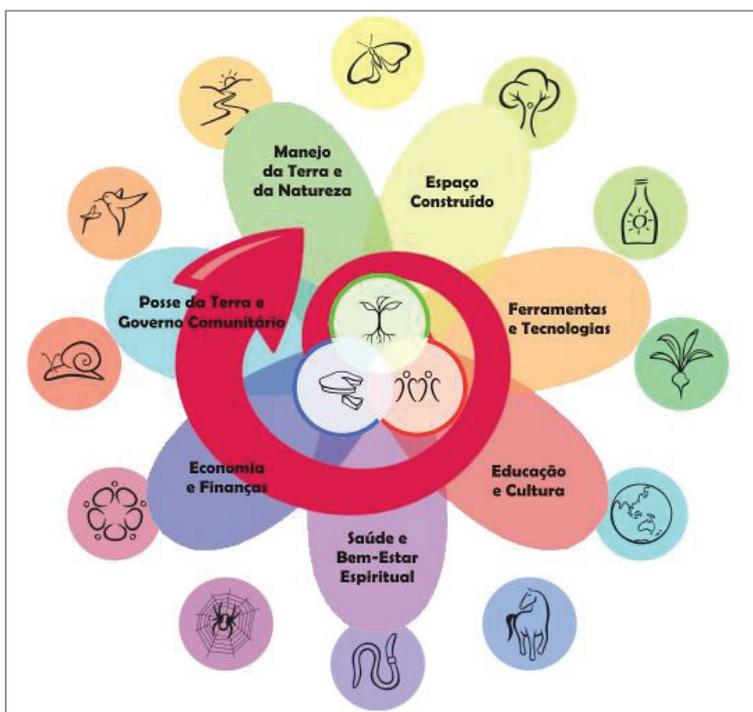
Tendo como base os conhecimentos tradicionais aprimorados pela tecnologia e a ciência, a permacultura busca a transdisciplinaridade¹ como

1 **Transdisciplinaridade:** é o grau máximo de relações entre as disciplinas, a busca de uma integração global dentro de um sistema totalizador que possibilite uma unidade interpretativa (SOARES, 2011).

ferramenta para resolução dos problemas relacionados com as relações do Homem com o meio. David Holmgreen, sintetiza a abrangência teórica e prática da Permacultura (Figura 5).

No Brasil, existem experiências de SAFs em instituições de ensino superior em todas as regiões. Alguns exemplos são as universidades UTFPR, UFBA, UFAC, UFRPE-UAST, UFLA e UFRuralRJ. Tais espaços são utilizados para a realização de atividades de pesquisa, ensino e/ou extensão. Na UFPE, além dessas atividades, ela ainda contribui para a restauração e/ou reflorestamento do riacho Cavouco, que possui sua nascente e curso d'água inseridos na área de influência direta da universidade.

Figura 5 - Flor da Permacultura, que contém sete campos básicos de abrangência da permacultura originalmente organizada por David Holmgreen. Fonte: http://www.ambientetotal.org.br/wp-content/uploads/2011/02/flor_principios1.png



Atualmente no Nordeste, temos a experiência de implantação de um SAF no campus Ondina da Federação da Universidade Federal da Bahia (UFBA), com um sistema de mutirões, oficinas, palestras e planejamento (PIOVESAN et al., 2009), similar ao que aconteceu na UFPE (JATOBÁ, 2011). Vale salientar que, tanto na UFPE como na UFBA, os estudantes que concluíram a graduação continuam a participar das atividades, o que geralmente não acontece nos processos de organização estudantil brasileira. Igualmente ao SAF, que tem como premissa a sucessão natural, os estudantes de períodos iniciais e/ou ingressos contribuem para o processo de sucessão na manutenção do SAF.

O sistema de nucleação utilizado para formação do SAF baseia-se numa técnica de reflorestamento apresentado por Reis (2003) como ilhas ou centro de alta diversidade, que busca de maneira mais efetiva a criação de um ambiente que integre fatores, como extrato arbóreo, época de floração e frutificação. Tal integração otimiza processos como adensamento harmônico das espécies vegetais, polinização e dispersão de sementes, entre outros.

Os modelos de plantios realizados em SAFs apresentam uma distribuição linear das espécies vegetais (SOUZA, 2007), pois buscam uma otimização no processo de produção, manejo e colheita, quando possível. No caso do SAF da UFPE, como não existem fins de produção, optou-se por uma distribuição das espécies, que crie um ambiente ecofisiologicamente integrado com as condições da restauração da mata ciliar do riacho Cavouco. Essa tentativa teve como possibilidade de explorar o sistema agroflorestal (espécies frutíferas, ervas, chás, etc.) e também como ferramenta de recomposição florestal da área do *Campus* da UFPE.

A predominância da família Fabaceae no SAF do CCB pode estar atrelada a grande capacidade que as leguminosas têm de fixar nitrogênio do ar em suas raízes, por associação simbiótica, com as bactérias do gênero *Rhizobium*, sendo muito utilizadas para o melhoramento de solos degradados (CATANI et al. 1955). Como nas práticas apresentadas por Maciel e Leme (2009), a utilização dos feijões adubeiros (feijão de porco, guandu e mucuna) não só ajuda a melhorar a qualidade do solo, como também exerce competição com gramíneas dominantes.

Assim como no SAF do CCB, inúmeras atividades pedagógicas têm sido realizadas em outras instituições. Segundo Peneireiro et al. (2002), as atividades como aulas práticas despertam o uso de todos os sentidos, além de possibilitar um contato mais direto com o tema estudado em diferentes óticas, e desperta a criatividade coletiva e/ou individual. Um espaço já consolidado que atua com atividades de ensino e extensão é o Projeto Arboreto, do Parque Zoobotânico/UFAC, que apresenta parcelas de SAFs e trabalha em parceria com órgãos municipais, estadual e federal. As atividades realizadas são vivências, oficinas e formações para estudantes de vários níveis de ensino, agricultores e professores. Inúmeras atividades são desenvolvidas no SAF do CCB, como cursos, palestras e aulas práticas, entre outras (JATOBÁ, 2011).

Segundo a proposta de classificação sucessional das espécies agroflorestais, de Penereiro e Brilhante (1998), adaptada para o SAF do CCB, verificou-se que a flora do SAF, em 2011, encontrava-se em estágio inicial devido à predominância de espécies pioneiras. Essa fase é importante para o estabelecimento das espécies florestais, pois propicia um ambiente favorável (fatores bióticos e abióticos) para seu desenvolvimento pleno (MDA, 2008). No caso do SAF do CCB, as colheitas realizadas das plantas frutíferas, ervas e chás foram repartidas entre os participantes do SAF, estocadas num banco de sementes e/ou consumidas *in natura* dependendo do hábito de cada planta.

Pelo fato de o processo sucessional ser contínuo, o acompanhamento da evolução do SAF permite uma melhor tomada de decisão quanto às próximas intervenções que devem ser realizadas. O mesmo vale para a forma como os atores envolvidos no processo devem se portar diante da sua própria evolução, como parte do sistema que está sendo cocriado. Essa evolução pode ser evidenciada nos trechos a seguir, nos depoimentos concedidos nas entrevista dos atores (alunos, ex-alunos, comunidade) do SAF (JATOBÁ, 2011):

“...Aprendi que é simples e possível, não é complicado. Acima de tudo, aprendi que mexer com a terra nos traz sentimentos e sensações que são como se houvesse um resgate de tudo o que somos, de tudo o que necessitamos.” A.C.

“...além de termos esse ensinamento ecológico com o SAF, o mesmo nos proporciona uma mudança de pensamentos para a vida dentro de nossa tão caótica sociedade, além da interação com as pessoas que participam juntas dessa empreitada.” A.M.

“...Nesse sentido, aprender/ensinar são dois nomes para a mesma coisa onde todos saem ganhando: com sabedorias, flores, frutos, sementes, espaços de convivência, amizades e amor.” V.A.L.

“...Acredito que a criação de um espaço que tem por princípio a prática do respeito, do cuidado e do carinho com a natureza e com os outros transcende a prática da agroecologia e proporciona o autoconhecimento, assim como um amadurecimento espiritual.” G.A.C.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de mutirões utilizado para a instalação do SAF do CCB proporcionou uma maior coletividade no processo de tomada de decisões dos seus idealizadores e mais pró-atividade dos participantes. A consolidação do SAF deve passar pela institucionalização do espaço e a adesão de novos participantes dos cursos de graduação.

As técnicas escolhidas para sua implantação, baseados na permacultura e na agroecologia se adaptam bem ao espaço disponível e apresentam novas possibilidades no formato de um SAF em outras áreas da UFPE, como forma de reflorestamento do riacho Cavouco. Entretanto, deveria existir uma maior preocupação em realizar um planejamento coletivo mais detalhado das intervenções, para que esta sejam realmente efetivas.

A capacidade pedagógica do SAF ainda está sendo subutilizada, porém com a participação maior dos docentes e apoio institucional como a vinculação a projetos acadêmicos, espera-se que, esse processo possa se desenvolver melhor. As espécies florestais existentes ainda são poucas, mas já se mostram bem adequadas com relação à diversificação e integração ecológica com o bioma Mata Atlântica.

REFERÊNCIAS

BOVO, M.C.; AMORIM, M.C.C.T. Efeitos positivos gerados pelos Parques Urbanos: um estudo de caso entre o parque do Ingá e o parque florestal das Palmeiras, no município de Maringá/PR. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009, Viçosa - MG. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, Viçosa – MG. 2009

CAPORAL F. R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. Agroecologia: Matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável. In: **Agroecologia : uma ciência do campo da complexidade** / Francisco Roberto Caporal (org.). José Antônio Costabeber. Gervásio Paulus. – Brasília : 2009. p. 65-104.

CATANI, R. A.; GARGANTINI, H.; GALLO, J. R. A fixação do nitrogênio do ar pelas bactérias que vivem associadas com as leguminosas crotalária e mucuna. **Bragantia** [online] vol.14, n.unico, p. 1-8. 1955. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051955000100001>> Acesso: 25 out 2011.

CAVALCANTI, L. C. S. **Estudo comparativo das problemáticas encontradas em duas microbacias urbanas**. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/ Regional Conference of Geomorphology. Goiânia (GO). 06/09 a 10/09. 2006.

CHAVES, A. **Importância da mata ciliar (legislação) na proteção dos cursos hídricos, alternativas para sua viabilização em pequenas propriedades rurais** / Seminário apresentado na disciplina “Manejo e conservação do solo e da água”. Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UPF. Passo Fundo, Rio Grande do Sul, 2009 Disponível em: http://www.sertao.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/20091114104033296revisao_m...pdf> Acesso: 24 out 2011.

COSTA, I.S.; MACHADO, R.R.B. A arborização do campus da UESPI-Poeta Torquato Neto em Teresina -PI: diagnóstico e monitoramento. **Revista SBAU**, Piracicaba – SP, v.4, n.4, p.32-46, 2009.

DANIEL, O. et al. Proposta para padronização da terminologia empregada em sistemas agroflorestais no Brasil. **Revista Árvore**, v.22, n.3, p 367-370, 1999.

DANTAS, I. C.; SOUZA, C. M. C. Arborização urbana na cidade de Campina Grande - PB: Inventário e suas espécies. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. UEPB. Campina Grande, v. 4, n. 2, jun. 2004

DIRMAN, Diretoria do Meio Ambiente. **Áreas protegidas**. Prefeitura do Recife. Disponível em <http://www.recife.pe.gov.br/meioambiente/dirman_areas.php> Acesso: 11 out. 2011

ESPÍNDULA, J. C. **Caracterização bacteriológica e físico-química das águas do aquífero do cemitério da Várzea – Recife**. Dissertação de Mestrado. 2004.

FALEIRO, W.; AMÂNCIO-PEREIRA, F. Arborização viária do campus Umuarama da Universidade Federal de Uberlândia, MG. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal** - Publicação Científica da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça/FAEF, n.10, ago. 2007.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: procesos ecológicos en la agricultura sostenible** / Stephen R. Gliessman. — Turrialba, C.R. : CATIE, 2002. xiii 359p.

GUTERRES, I. **Agroecologia militante: contribuições de Enio Guterres/ Ivani Guterres**. 1. ed. São Paulo : Expressão Popular, 2006. 184p

HOLMGREN, D. **Permaculture: Principles & Pathways Beyond Sustainability**. Holmgren Design Services, Australia, 2002.

HOLMGREEN, D. **Fundamentos da Permacultura**. 2007 Disponível em: <http://www.permear.org.br/pastas/documentos/permacultor1/Fundamentos_PC_Brasil_eBook.pdf> Acesso em: 24 jun. 2011

JACINTHO, C. R. S. **A Agroecologia, a Permacultura e o Paradigma Ecológico na Extensão Rural: Uma Experiência no Assentamento Colônia I** – Padre Bernardo - Goiás. 139 p. (UnB – CDS, Mestre, 2007).

JATOBA, T. B. **Jardim didático agroflorestal: vivências permaculturais e agroecológicas na UFPE**. Monografia. Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da UFPE, 2011.

LEFF, E. Agroecologia e Saber Ambiental. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, vol.3, n.1, p. 36-51, 2002.

LORENZI, H. et al. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2006. 672 p.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil**. 3. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2001. 1088 p.

MACIEL-ALBUQUERQUE, M. **A permacultura instrumentalizando o planejamento socioambiental na Zona Costeira: um estudo de caso no Arquipélago de Fernando de Noronha** / Mariana Maciel de Albuquerque. – Recife: O Autor, 2010.

MADRUGA, P. R. de A. et al. Quantificação da cobertura florestal do campus da Universidade Federal de Santa Maria, com o auxílio de imagem de alta resolução. **Ambiência**. Guarapuava, PR v.3 n.1,p. 79-88, Jan./Abr. 2007.

MACIEL, V. R.; LEME, M. K. Implantação de um sistema agroflorestal como forma de recuperação de uma área degradada II Congresso Latino Americano de Agroecologia, Paraná, 2009. **Revista Brasileira de Agroecologia** vol. 4, n. 2, p. 2055-2058, nov. 2009.

MARTINS, J. B. Observação participante: uma abordagem metodológica para a psicologia escolar. **Semana: Ciências Sociais/Humanas**, Londrina, v. 17, n. 3, p. 266-273, set. 1996.

MDA. **Manual Agroflorestal para a Mata Atlântica**. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria de Agricultura Familiar. Brasília. 2008. 196 p. : il ; 21cm.

MOLLISON, B.; SLAY, R. M. **Introdução à Permacultura**. Trad. André Luis Jaeger Soares. Tyalgum: Tagari, 1994.

MOLLISON, B. **Permaculture: A Designer's Manual**. Tagari, 1988.

[NAIR, P.K.R. An Introduction to Agroforestry. Kluwer Academic Publishers –1993. 499 p.](#)

PENEIREIRO, F. M.; BRILHANTE, M. O. **Proposta de classificação sucessional para espécies agroflorestais**. Rio Branco: Universidade Federal do Acre, Parque Zoobotânico, 1998. 5 p. Disponível em: <[http://www.tctpcpatu.embrapa.br/bibliografia/6_classificacao sucessional%20em%20SAF](http://www.tctpcpatu.embrapa.br/bibliografia/6_classificacao_sucessional%20em%20SAF)

[pdf](#)> ou <http://www.agrofloresta.net/2010/07/proposta-de-classificacao-sucessional-para-especies-florestais/>> Acesso em: 11 out. 2011

PENEIREIRO, F. M. et al. Agrofloresta na formação de técnicos florestais pela “Escola da Floresta”: uma experiência no ensino médio no Estado do Acre - IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. 2002. **Anais do IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais 2002**. Disponível em : <media0.agrofloresta.net/static/artigos/escola_floresta_peneireiro.pdf> Acesso: 8 nov. 2011

PIAUI, Gov., CODEVASF, FUPEF. Plano de ação para o desenvolvimento integrado do vale do parnaíba – **PLANAP: Apostila do curso técnicas de plantio de florestas**. 2010. 39p.

PIOVESAN, J. et al. Implantação de um Sistema Agroflorestal (SAF) Através de Práticas Agroecológicas no Campus Ondina-Federação da UFBA. II Congresso Latino Americano de Agroecologia, Paraná, 2009 . **Revista Brasileira de Agroecologia** vol. 4, n. 2, p. 4139-4142, nov. 2009.

SANTOS-FITA, D.; COSTA-NETO, E. M. As interações entre os seres humanos e os animais: a contribuição da etnozootologia. **Revista Biotemas: Revista do Centro de Biológicas a Universidade Federal de Santa Catarina**, UFSC, 20 (4): 99-110, 2007.

SILVA, P. T. S. ET AL. **Aplicação do IQA em um trecho do riacho Cavouco no campus da UFPE**. 21º Cong. Bras. de Eng. Sanit. e Ambiental. 1999.

SOARES, C. C. **Multi, Inter, Transdisciplinaridade**. Biblioteca Virtual, Dicionário da Educação, Governo do Estado de Minas Gerais 2011 Disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.asp?id_projeto=27&ID_OBJETO=35574&tipo=ob&cp=003366&cb=&n1=&n2=Biblioteca%20Virtual&n3=Dicion%20Educa%20Educa%20Educa&n4=&b=s> Acesso: 8 nov. 2011

SOUZA, J. E. **Agricultura agroflorestal ou agrofloresta** / Joseilton Evangelista de Souza, Adaildo Fernandes da Silva. - Recife: Centro Sabiá, 2007. 24p

REIS, A., ZAMBONIN, R. M.; NAKAZONO, E. M. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal.

Série Cadernos da Biosfera. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Governo do Estado de São Paulo. São Paulo, n.14, 1999. 42 p.

REIS, A. et al. A nucleação aplicada à restauração ambiental. In: **Seminário Nacional Degradação e Recuperação Ambiental**, 2003, Foz do Iguaçu, Paraná. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2003. Disponível em: <[www.sobrade.com.br/eventos/2003/seminario/ Conferencias/Ademir%20Reis.pdf](http://www.sobrade.com.br/eventos/2003/seminario/Conferencias/Ademir%20Reis.pdf)> Acesso: 25 out. 2011

RIZZO, J. A.; FILHO J. R.; HASHIMOTO M. Y. Estudo da arborização e das áreas verdes do campus II da Universidade Federal de Goiás. **Anais das Escolas de Agronomia e Veterinária**, v. 23, n. 1, p.19-45, 1993.

RODRIGUES, L. S.; COPATTI, C. E. Diversidade arbórea das Escolas da Área Urbana de São Vicente do Sul/RS. **Biodiversidade Pampeana**. PUCRS, Uruguaiana, v.7, n.1, p.7-12, fev. 2009.

Capítulo 7

O RIACHO CAVOUÇO COMO MATRIZ ECOPEDAGÓGICA: UMA PERSPECTIVA DE EDUCAÇÃO E GESTÃO SUSTENTÁVEL DE UM RIACHO URBANO

Kênia Valença Correia¹

Iris Gabrielly Arruda dos Santos²

INTRODUÇÃO

Atualmente, tanto atores sociais como políticos estão conscientes de que a questão ambiental deve ser um dos eixos norteadores de todo o processo de planejamento e gerenciamento socioeconômico que visem à sustentabilidade. Para isso, torna-se imprescindível a utilização racional dos recursos naturais e a observância da legislação ambiental pertinente.

Entre os recursos naturais encontrados no Planeta Terra, a água é um dos que têm sofrido mais agressões devido à falta de planejamento adequado nos processos de urbanização, industrialização, agropecuária e mineração. Há uma forte relação entre a qualidade da água e as atividades humanas, quer rurais, quer urbanas. Por outro lado, a ocupação antrópica desordenada do espaço de uma bacia hidrográfica provoca grave desequilíbrio em seus componentes bióticos e abióticos, comprometendo a perpetuação dos ciclos de vida nela existentes, refletindo diretamente de forma negativa para o próprio homem como usuário dos seus recursos hídricos.

Sem lugar a dúvidas, uma bacia hidrográfica é uma unidade ambiental de extrema importância, sendo, de acordo com Yassuda (1993),

1 PhD. Em Ciências pela Universidad Nacional Autonoma de México e Profa. Adjunto do Departamento de Zoologia – UFPE;

2 Mestre em Biologia Animal – Universidade Federal de Pernambuco –UFPE

“(...) o palco unitário de interação das águas com o meio físico, o meio biótico e o meio social, econômico e cultural”. Essa constatação, associada à urgência determinada pelas mudanças climáticas, tem motivado uma tendência mundial para o gerenciamento dos recursos hídricos por bacia, evitando os conflitos de usos e buscando o equilíbrio do sistema, compatibilizando atividades humanas e a conservação dos ecossistemas.

Nesse sentido, experiências bem sucedidas são identificadas em vários países da Europa. Na França, por exemplo, a política das águas está consolidada por meio de um Sistema Nacional de Comitês de Bacias, com a participação dos diferentes segmentos sociais e o poder público (DUARTE et al, 2009). Na Alemanha, há um ordenamento para todo o país, existindo esquemas gerenciais e associativos diferenciados, em função de peculiaridades das bacias e das realidades regionais (MACHADO, 1998).

No Brasil, o reconhecimento por parte do Governo Federal da crescente complexidade dos problemas relacionados ao uso da água remonta aos finais da década de 1970 quando, em uma experiência exitosa, o Ministério das Minas e Energia e o Governo do Estado de São Paulo firmaram um acordo para a melhoria das condições sanitárias das bacias do Alto Tietê e Cubatão. Na década de 1980, por intermédio da sociedade civil organizada, surgiram várias experiências baseadas na gestão de bacias hidrográficas, e importantes programas foram delineados, particularmente no Sul e Sudeste. Exemplos disso, são o Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba (em São Paulo) e os Consórcios por Bacias implantados no Espírito Santo, os quais perduram até os dias atuais. Em todos esses casos, evidenciou-se a absoluta necessidade de gerenciamento por bacia, tratando-se a questão de forma transversal, interdisciplinar, multidisciplinar, transdisciplinar e integrada, valorizando-se o caráter político da administração dos recursos naturais (CARVALHO, 2002).

Ainda de acordo com Carvalho (2002), no início da década de 1990 a gestão dos recursos hídricos baseada nas bacias hidrográficas ganhou forças quando os Princípios de Dublin foram acordados na Conferência Internacional sobre Água e Desenvolvimento, organizada em Dublin, Irlanda, como reunião preparatória à Rio-92. Esses princípios, ou recomendações, também conhecidos como “A Carta de Dublin”,

propuseram a gestão integrada dos recursos hídricos, dizendo o Princípio Nº1 que a gestão, para ser efetiva, deve ser integrada e considerar todos os aspectos físicos, sociais e econômicos.

Mais tarde, em agosto de 1997, com a Lei n. 9.433, o Governo Federal instituiu uma nova política de recursos hídricos, organizou seu sistema de gestão e concretizou a gestão por bacias hidrográficas. Hoje, os recursos hídricos têm sua gestão organizada por bacias hidrográficas em todo o território nacional, seja em corpos hídricos de titularidade da União ou dos Estados.

Nessa perspectiva, seguindo uma tendência mundial e nacional, o Nordeste brasileiro vem buscando realizar a administração dos seus recursos hídricos por bacia hidrográfica, garantido conseqüentemente o uso sustentado dos outros recursos naturais, como o solo, a fauna e a flora.

Particularmente em Pernambuco, a situação dos recursos hídricos é dramática. Por um lado, as águas superficiais encontram-se escassas no interior do Estado e em estágios avançados de degradação na região mais litorânea. Todos os nossos principais rios litorâneos apresentam algum tipo de comprometimento, devido, sobretudo, ao despejo de efluentes domésticos e/ou industriais.

Evidencia-se, assim, a necessidade premente de se aprofundar o monitoramento de suas águas, controlar as atividades no perímetro de suas bacias, desenvolver projetos científicos, que objetivem subsidiar programas e ações que busquem implantar a visão integral da bacia hidrográfica na gestão ambiental, conjugando a pluralidade de percepções e sentidos que constituem o conhecimento humano, sedimentado sob a ótica da Educação Ambiental crítica.

Entre esses rios, o Capibaribe é um dos mais afetados, tendo como um de seus afluentes diretos, na cidade do Recife, o riacho Cavouco, que se configura como um riacho urbano cuja microbacia hidrográfica, com uma área total aproximada de 2,16 km², dos quais 0,59km² se encontra com vegetação ciliar, 0,23km² exibe solo exposto e 1,21km², correspondendo a 55,95% de sua área total, encontra-se impermeabilizada (GÓES & CIRILO, 2011) e tem sua nascente no *Campus* Recife da Universidade Federal de

Pernambuco-UFPE. Tal fato, contra todas as expectativas, só aprofundou a degradação ambiental até hoje verificada, em cujas águas e sedimentos, bem como em sua biota, encontram-se evidências de descartes de materiais oriundos dos laboratórios existentes no *Cavouco*.

Por essas razões e as explicitadas a seguir, em 2005 um grupo de alunos dos diferentes Centros da UFPE, coordenados pela professora Kênia Valença Correia, que aqui vos escreve, pactuaram a realização de esforços que possibilitem levar a toda a comunidade universitária subsídios para reflexão do potencial simbólico do Cavouco como elemento água, como matriz ecopedagógica, capaz de despertar sensibilidades e expandir os limites da racionalidade. Desse modo, seria possível, a elaboração e execução de propostas pedagógicas que articulem o ensino, a pesquisa e a extensão, fortalecendo os vínculos que unem a interdisciplinaridade como prática pedagógica/pesquisa, educação/cultura /ecologia à luz da dialética marxista, permitindo firmar compromissos que venham a trazer soluções criativas e solidárias para a renaturalização do Cavouco.

Por outro lado, vale salientar que a microbacia do riacho Cavouco é considerada como área de proteção de mananciais de interesse da Região Metropolitana do Recife, de acordo com a lei estadual nº 9860 (PERNAMBUCO, 1986). Ele apresenta estrutura e tamanho adequado para um projeto-piloto de educação e gestão ambiental, permitindo mais facilmente o domínio do universo de informações necessárias, para propor uma estratégia de gerenciamento ambiental integral de seus recursos hídricos. Apresenta quadro diversificado de atividades urbanas, encontra-se em estado crítico quanto à vazão, e a qualidade da água e suas margens canalizadas apresentam-se desprovidas, em muitos pontos, de vegetação nativa (Figura 1).

Não obstante, os principais desafios para a educação vinculada à gestão integrada dos recursos hídricos do Cavouco, em uma abordagem sistêmica, incidem principalmente na integração intersetorial, no olhar transdisciplinar, na descentralização, nas alianças de gênero e na participação dos agentes e das comunidades.

Para o enfrentamento desses desafios, se faz necessário delinear como eixo organizador do trabalho a construção contínua e progressiva,

contemplando a pesquisa, a capacitação, a mobilização social, informação e comunicação, associados à água e à sustentabilidade ambiental.

Assim, na perspectiva de reconhecer o Cavouco como elemento primordial da paisagem, como matriz simbólica capaz de reunir indivíduos, comunidade e ambiente, como unidade de paisagem mínima para efeito de gestão sustentável do *Campus* Recife da UFPE, é imprescindível uma abordagem multirreferencial sob a ótica da racionalidade ambiental planteada por Leff (2002).

Figura 1 – Detalhe da área da nascente do riacho Cavouco antropizada. *Foto do autor.*



Fonte: Kenia Correia

Tal abordagem contempla um conjunto de práticas individuais, sociais e culturais heterogêneas, indispensáveis nos processos socioambientais como o contemplado no projeto “Diagnóstico Socioambiental do riacho Cavouco,” planteado em inícios de 2010 por alunos e professores do Centro de Ciências

Biológicas, sob a coordenação dos Professores Kênia Correia Valença e Gilberto Gonçalves Rodrigues. Neste, o objetivo catalisador, embasado na educação, ecologia e cultura, busca a produção e experimentação de estratégias pedagógicas inspiradas em uma ecopedagogia que tem o Cavouco como unidade simbólica e socioambiental, capaz de ressignificar a gestão cotidiana e sustentável da UFPE.

Como uma das estratégias para alcançar tal objetivo, buscando reunir esforços sociais e políticos e a sensibilização da comunidade universitária no entorno das problemáticas ambientais do Cavouco, nos últimos cinco anos, durante a semana comemorativa do dia mundial da água, vêm sendo realizadas ações de sensibilização da comunidade universitária, mediante exposições, palestras e eventos culturais em alguns pontos do *Campus*. Em 2013, considerado como o Ano Internacional de Cooperação pela Água, determinado pela UNESCO, foi realizado com o apoio da Reitoria e da Pró-Reitora de Extensão da UFPE, do Governo do Estado de Pernambuco, da Prefeitura da Cidade do Recife, do IBAMA e da Agência Estadual de Meio Ambiente-CPRH de Pernambuco, bem como de empresários e entidades da sociedade civil organizada, o “I Fórum Cavouco: Cooperar para Salvar,” no qual as temáticas Educação Ambiental, Resíduos Sólidos e Bioindicadores de Qualidade da Água foram trabalhadas em minicursos específicos.

O I FÓRUM CAVOUCO: COOPERAR PARA SALVAR

- Uma Ação Extensionista, Uma Estratégia -

Como estratégia metodológica, para a organização e realização do Fórum, que foi realizado no Centro de Ciências Biológicas da UFPE, entre os dias 20 e 22 de março, foram criadas comissões constituídas por alunos, professores e técnicos, engajados no Projeto Diagnóstico Socioambiental do riacho Cavouco, anteriormente mencionado, encarregadas da divulgação, da captação de recursos, brindes e patrocinadores, do cerimonial e do contato com palestrantes e conferencistas.

O Fórum atingiu suas metas e contou com 250 participantes, entre discentes, docentes e técnicos administrativos dos diferentes Centros e Departamentos do *Campus* Recife, bem como dos outros *Campus*

vinculados à UFPE e de outras Universidades da Região Metropolitana do Recife (Figura 2).

Figura 2- Abertura e Inscrições do I Fórum Cavouco – Cooperar para Salvar. *Foto do Autor.*



Os Minicursos: Um relato

Minicurso de Educação Ambiental:

Foi ministrado pela Educadora Ambiental Eutália Cristina Oliveira, funcionária do IBAMA-PE, que atuou na perspectiva de mediadora do processo educativo. Pautado numa abordagem Ecopedagógica, no viés socioambiental preconizado pela Educação Ambiental Crítica, partindo do princípio planteado na Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, organizada pela Unesco em cooperação com o

Programa de Meio Ambiente da ONU (PNUMA), realizada na cidade de Tbilisi, também conhecida como a Conferência de Tbilisi (1977). O tema central era de que a Educação Ambiental deve ser entendida como “um processo permanente e contínuo, no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência do seu meio ambiente e adquirem o conhecimento, os valores, as habilidades, as experiências e a determinação que os torna aptos a agir - individual e coletivamente - e resolver problemas ambientais” (MINISTERIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO,1998). O minicurso de Educação Ambiental teve como objetivos realizar uma reflexão sobre a crise ambiental global do nosso tempo como sendo um resultado da relação entre o ambiente natural e o social, no qual se constroem as relações políticas e econômicas, onde se pode ingerir por meio da promoção da cidadania comprometida ambientalmente com a sustentabilidade.

Abordagem Metodológica:

Sob a ótica da complexidade planteada por Morin (2000) e de uma epistemologia transdisciplinar, buscou-se favorecer a compreensão dos fenômenos deflagradores da crise ambiental, nos múltiplos aspectos que o compõem e que integram o contexto de degradação ambiental no qual estão imersos os nossos rios e riachos urbanos, particularizando-se na temática o riacho Cavouco.

As atividades tiveram como base o incentivo à participação, tanto no compartilhamento das reflexões quanto nas intervenções, com vistas à transformação e autonomia dos participantes na busca da resolução dos problemas relacionados à problemática da água em nosso Estado, focando-se os rios e riachos urbanos por eles identificados.

A estratégia metodológica utilizada foi centrada na Roda de Conversa, a qual “está estruturada na participação coletiva de debates acerca de uma temática, mediante a criação de espaços de diálogo, nos quais os sujeitos podem se expressar e, sobretudo, escutar os outros e a si mesmos. Tem como um dos seus objetivos motivar a construção da autonomia dos sujeitos por meio da problematização, da socialização de saberes e da reflexão voltada para a ação. Envolve um conjunto de trocas de experiências, conversas, discussão e divulgação de conhecimentos entre os envolvidos nessa metodologia” (CATALÃO, 2008).

Com base em um roteiro preestabelecido de uma forma ordenada e organizada, para que o foco da problematização não fosse dispersado, partindo-se do global para o local, a dinâmica usada na Roda consistiu de falas espontâneas dos participantes, sem um direcionamento, em um clima bem descontraído. Embora alguns dos participantes não se conhecessem anteriormente, esse fato não constituiu um entrave para a socialização e entrosamento do grupo, verificando-se, inclusive, uma predisposição de todos ao trabalho, interesse e cooperação na busca por respostas e soluções para o enfrentamento da problemática enfrentada pelos riachos urbanos do Recife, em particular do Cavouco

Avaliação: Resultados

Contando com um total de 30 participantes, número estabelecido como limite, o minicurso cumpriu as expectativas, e a metodologia utilizada atingiu os objetivos propostos. Os participantes avaliaram a iniciativa como positiva ao haver se constituído em um espaço que favoreceu a reflexão dialógica e a inter e transdisciplinaridade em contraponto à atual estrutura acadêmica, engessada, pautada na fragmentação do conhecimento (Figura 3).

Figura 3- Detalhe da Roda de conversa do Minicurso de Educação Ambiental. *Foto do Autor.*



Minicurso de Reciclagem de Resíduos Sólidos:

No minicurso de reciclagem, denominado “A Arte Sustentável,” o objetivo central foi sensibilizar a comunidade universitária com relação à problemática do descarte inadequado dos resíduos sólidos lançados diretamente ou carreados por efeito das chuvas e vento para o riacho Cavouco.

Foi ministrado pela artista plástica maranhense Ziza Pantoja, que fez uma releitura da arte produzida de materiais recicláveis. Teve início com uma pescaria simbólica no Cavouco, envolvendo todos os participantes do Fórum, os quais foram incentivados a coletar aleatoriamente resíduos sólidos encontrados nas margens e dentro do leito do riacho (Figura 4).

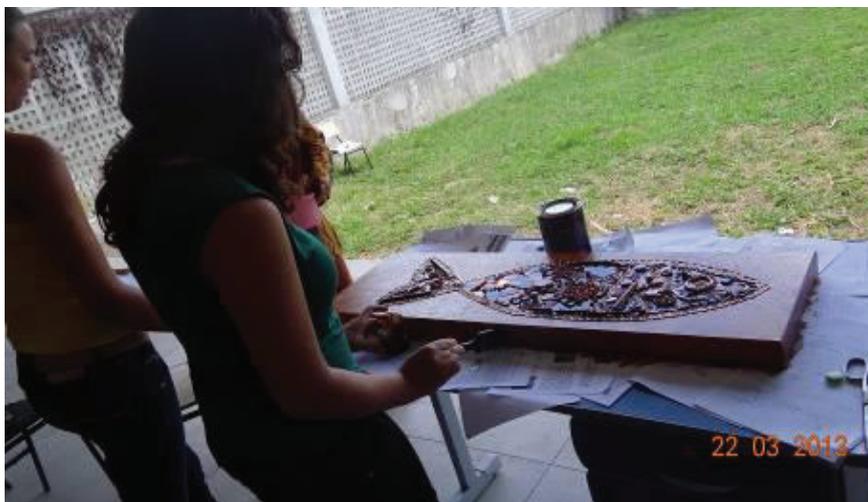
Os resíduos coletados foram higienizados, postos ao ar livre para secar e, juntamente com outros objetos, tais como tinta acrílica, cola branca, tesouras, trinchas (nº 355-2”) e verniz, trazidos pela artista e pelos organizadores do evento. Foram em seguida, colocados à disposição dos participantes para a confecção de dois quadros em tela para pintura de 30x100 cm.

Os Peixes que Emergiram do Cavouco: Uma simbologia

Assim, foram confeccionados dois peixes, denominados “Peixes Sagrados do Cavouco”, em uma alusão ecopedagógica que remete ao ressurgimento dos resíduos descartados no Cavouco em forma de arte. Fazia-se assim, uma analogia à possibilidade de ressurgimento do Cavouco como riacho de águas límpidas e cristalinas, abundante em vida, alimentando a terra e sendo por ela alimentado, acalentando sonhos, inspirando os homens.

Figura 4 - Pescaria no riacho Cavouco e confecção dos “Peixes Sagrados”. *Foto do Autor.*





Ao mesmo tempo que evidencia e denuncia o passivo ambiental da UFPE, no imaginário simbólico os quadros refletem a esperança na fecundidade, fertilidade e vida possibilitada pela geração do conhecimento produzido na universidade para a resolução de tal passivo.

Um dos quadros confeccionados na oficina foi entregue à Reitoria, e o outro, à direção do CCB, para que ficassem expostos ao público e pudessem cumprir o seu papel no imaginário coletivo.

Ao final do minicurso, os participantes fizeram uma discussão sobre o descarte de resíduos sólidos no Cavouco, onde foi observada uma maior conscientização do real estado desse descarte. O *minicurso* trouxe novas perspectivas no tocante à arte a partir de objetos descartados, que estejam quebrados ou tenham se tornado obsoletos, mostrando como se pode reutilizá-los, agregando-lhes beleza e valor de mercado, contribuindo, assim, para a preservação do meio ambiente a partir de uma nova visão do “lixo” e da arte.

Minicurso Bioindicadores de Qualidade da Água -

Invertebrados Aquáticos: Uma maneira de Avaliar a Qualidade da Água

Não há como discutir a necessidade da água para todos os seres do planeta Terra. E, com isso, vem à urgência que essa água seja de qualidade. São comumente utilizadas variáveis químicas e físicas para a avaliação desta, porém os organismos aquáticos podem ser utilizados para monitorar as alterações nos ecossistemas (ALBA-TERCEDOR, 1996). Estes últimos, respondem rapidamente as alterações na comunidade e apresentam sensibilidade a diferentes substâncias que possam estar contaminando o ambiente (WALTEROS-RODRIGUEZ E PAIBA-ALZATE, 2010). E por apresentar essas características, os macroinvertebrados são considerados como bons indicadores biológicos. Entre os grupos mais abundantes, estão os insetos aquáticos. Estes desempenham diversos papéis e funções no ecossistema aquático, como ciclagem de nutrientes, transferindo a energia obtida para os animais de níveis acima da cadeia trófica (LÓPES *et al.*, 2010).

O minicurso foi ministrado por esta autora que vos relata, Iris Gabrielly Arruda dos Santos, e contou com alguns monitores da graduação dos Cursos de Ciências Biológicas da UFPE. Contou com a presença de 25 participantes e foi dividido em aulas práticas e teóricas, onde os integrantes puderam, além de analisar a fauna de macroinvertebrados do riacho Cavouco por meio de coleta feita anteriormente, conhecer e identificar ambientes degradados e preservados pela presença ou ausência dos taxos mais sensíveis ou tolerantes à poluição (Figura 5).

No final, foi discutido sobre os resultados encontrados, grau de degradação e possíveis perspectivas de mudanças para o riacho Cavouco. Foram propostas algumas alternativas para manutenção da saúde do riacho, como, por exemplo, a paralisação de ejeção de resíduos e restauração de uma mata ciliar para que se alcance o equilíbrio nesse ecossistema. Foi alcançado o objetivo do minicurso de apresentar uma nova maneira de avaliar a qualidade da água, além de apresentar os Macroinvertebrados como bioindicadores que podem ser utilizados como uma ferramenta nas estratégias de Educação Ambiental a serem trabalhadas conjuntamente com a comunidade do entorno do Cavouco, pois estes são de fácil visualização

e manipulação, podendo também ser uma ferramenta de monitoramento da qualidade da água.

Figura 5- Minicurso de Bioindicadores de Qualidade de água. *Foto do Autor.*



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tanto o evento quanto os minicursos alcançaram seus objetivos ao chamar a atenção da comunidade acadêmica, seus gestores e atores políticos e sociais com relação aos impactos ambientais que o riacho Cavouco vem sofrendo nas últimas décadas e a necessidade de uma gestão sustentável do mesmo, não apenas como um ideário de grupos de alunos e professores, mas também em cumprimento à legislação ambiental vigente.

O evento ressaltou a importância que o Cavouco tem como verdadeira matriz ecopedagógica para a presente e futuras gerações, configurando-se, atualmente, como uma proposta ousada, mas viável, técnica e prática.

Tal proposta, que tem como meta a médio e longo prazos a renaturalização do Cavouco, um Cavouco onde se possa pescar, nadar e navegar, pode desencadear um choque de gestão na condução das

políticas universitárias da UFPE, particularmente no concernente aos seus princípios conceituais e operacionais. Estes devem estar focados numa gestão universitária sustentável e voltada na produção do conhecimento, na práxis educacional geradora, formadora e transformadora do mundo socioeconômico não dissociada do ambiente onde se estabelecem tais relações, deixando para trás conceitos inadequados da divisão político-administrativa, dos recursos humanos e financeiros, hoje existentes na UFPE. Há que se assumir a responsabilidade de inserir a temática da renaturalização e gestão integrada da microbacia do riacho Cavouco na pauta de alocação dos recursos financeiros das alianças e parcerias entre a UFPE e as diferentes entidades da sociedade, governos e empresas. Urge que se tenha resultados a curto, médio e longo prazos definitivos na reversão do quadro geral de degradação ambiental do Cavouco, hoje encontrado e deflagrado como um dos mais sérios passivos ambientais da UFPE que exige ser equacionado.

REFERÊNCIAS

ALBA-TERCEDOR, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. **Memorias IV Simposio del Agua en Andalucía. Almería**, 2: 203-213.

ASSMANN, H. 1999. **Reencantar a educação**. Petrópolis: Vozes.

BIANCHETTI, L. e JANTSH, A. (Orgs). 2004. **Interdisciplinaridade. Para além da filosofia do sujeito**. Petrópolis: Vozes, p. 11-24.

BINDER, WALTER.1998.**Rios e Córregos, Preservar - Conservar - Renaturalizar A Recuperação de Rios, Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental** - Rio de Janeiro: SEMADS,41p.: il. ISBN 85-87206-04-4.

CARVALHO, J.A.P.2002. **Recursos Hídricos no Brasil: Experiências e Desafios Regionais; Apresentação das Bases de um Método de Planejamento e Controle Aplicado ao Setor**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental - Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ.

CATALÃO, V.M.L.; RODRIGUES, M.S. (Orgs.). 2006. *Água como Matriz Ecológica*. Brasília: Universidade de Brasília/Departamento de Ecologia.

CATALÃO, V. L. 2008. **Roteiros de um curso d'água: água como matriz ecológica; educação e gestão sustentável das águas do Cerrado / Vera Lessa Catalão e Maria do Socorro Rodrigues.** – Brasília: Universidade de Brasília, UNESCO,. 68 p. + CD.

CATALÃO, V. M. L. & RODRIGUES, M. S. 2008. **“Pesquisa ensino e extensão com águas e pelas águas do Cerrado: o fluxo do Projeto Água como Matriz Ecológica”** in Educação, arte e mídias, gênero, raça/etnia e juventude, educação ambiental, diversidade e inclusão / Organizadores: Afonso Galvão, Gilberto Lacerda dos Santos. – Brasília: Líber Livro e Editora: ANPED.

DIAS, G. F. 2003. **Educação ambiental: princípios e práticas.** 8.ed. São Paulo: Gaia.

ETGES, N. J. 2004. **Ciência, interdisciplinaridade e educação.** In: JANTSCH, A. P; BIANCHETTI, L. (Orgs.) *Interdisciplinaridade - para além da filosofia do sujeito.* Petrópolis: Vozes.

DUARTE, L.; VASCONCELOS, L.; VEIGA, B.; VALARIÉ, P; BOAVENTURA, C.; CASIMIRO, I; SOBRAL, M. C.; SAYAGO, D. & OLÍMPIO, M. 2009. *Gestão Das Águas e Participação Pública: Estratégias nas Políticas de Recursos Hídricos do Brasil, Portugal e Moçambique a Partir do Modelo Francês.* XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Campo Grande – MS.

ETGES, N. J. 2004. **Ciência, interdisciplinaridade e educação.** In: JANTSCH, A. P; BIANCHETTI, L. (Orgs.) *Interdisciplinaridade - para além da filosofia do sujeito.* Petrópolis: Vozes.

FAZENDA, I. C. A. 1979. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia.** São Paulo, Loyola.

FAZENDA, I. 1991. **Interdisciplinaridade: um projeto em parceria.** São Paulo: Loyola.

FRIGOTTO, G. 2004. **A interdisciplinaridade como necessidade e como problema nas ciências sociais.** In: JANTSCH, A. P; Ari; BIANCHETTI, Lucídio. (Orgs.). *Interdisciplinaridade. Para além da filosofia do sujeito.* Petrópolis: Vozes.

GADOTTI, M. 2010. **Interdisciplinaridade: atitude e método.** Disponível em: <http://tingunis-psollmatematico.blogspot.com/2010/08/interdisciplinaridade-atitude-e-metodo.html> Acesso em: 11/02/2014.

_____. 1983. **Concepção dialética da educação.** São Paulo: Cortez.

GÓES, V.C. & CIRILO, J.A. 2011. **Geração de base de Dados Espaciais para Estudos de Drenagem Urbana na Região Metropolitana do Recife, Pernambuco.** Ver. Brasileira de Cartografia (2010) N°65/4, P.555-556. Soc. Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento remoto. ISSN:1808-0936.

GONÇALVES, SÁ, A.K; C.A, PEREIRA & R.C.G, MOURA. 2012. Relação entre a teoria e a prática da Educação Ambiental na EJA do SESC – Petrolina/PE. **Revista de Educação, Ciências e Matemática** v.2 n.1 jan/abr. 2012. ISSN 2238-2380

JANTSCH, A. P.; BIANCHETTI, L. 2004. **Imanência, História e Interdisciplinaridade.** In: JANTSCH, Ari Paulo; BIANCHETTI, Lucídio (Orgs.). **Interdisciplinaridade: para além da filosofia do sujeito.** Petrópolis: Vozes, 2004.

JAPIASSU, H. 1976. **Interdisciplinaridade e patologia do saber.** Rio de Janeiro: Imago.

KONDER, L. 1997. **O que é Dialética.** São Paulo: Brasiliense.

KOSIK, K. 1978. **Dialética do concreto.** Rio de Janeiro: Paz e Terra.

LEFF, E. 2002. **Epistemologia Ambiental.** São Paulo: Cortez. 144p.

_____. (Coord.). 2003. **A complexidade ambiental.** São Paulo: Cortez.

LOUREIRO, C. F. B. 2006a. **Trajatória e fundamentos da Educação Ambiental.** São Paulo: Cortez.

_____. 2004. **Educação Ambiental Transformadora.** In: LAYRARGUES, Philippe Pomier (coord). **Identidades da educação ambiental brasileira / Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental; Ministério do Meio Ambiente.**

_____. 2006e. **Problematizando conceitos: contribuição à práxis da Educação Ambiental.** In: LOUREIRO, C. F. B; LEROY, J. P. (Orgs.). **Pensamento complexo, dialética e Educação Ambiental.** São Paulo: Cortez.

LOUREIRO, C. F. B (Org.).2007b. **A Questão ambiental no pensamento crítico**. Rio de Janeiro: Quartet.

MACHADO, E.S. 1998. Comparação de Aspectos Institucionais na Gestão de Recursos Hídricos em Alguns Países Europeus e Sua Implicação Para a Gestão da Bacia do Alto Iguaçu – PR. RBRH - **Revista Brasileira de Recursos Hídricos** Volume 3 n.1 Jan/Mar 1 65-73

MARX, K. 1988b. **Para a crítica da economia política. Introdução**. In: Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO.1998. **A Implantação da Educação Ambiental no Brasil**. Publ. Coordenação de Educação Ambiental. Brasília - DF, 1998. 166 páginas

MORAN, E. 1999. **O Paradigma perdido: a natureza humana**. Lisboa: Europa-América.

MORIN, E. 2005. **Educação e complexidade os sete saberes e outros ensaios**. São Paulo: Cortez.

MORIN, E. & MOIGNE, J. L. L. 2000. **“Inteligência da Complexidade”** / Edgar Morin e Jean Louis Le Moigne; tradução de Nurimar Maria Falci. - São Paulo: Peirópolis.

QUINTAS, J.S. 2009. **Educação no processo de gestão ambiental pública: a construção do ato pedagógico**. In: LOUREIRO, C. F. B; LAYRARGUES, P (Orgs.). Repensar a educação ambiental: um olhar crítico. São Paulo: Cortez.

SILVA, L.F. 2009. Reflexões sobre interdisciplinaridade e educação ambiental crítica. **Pesquisa em debate**, 11: 6, 2.

WALTEROS-RODRÍGUEZ, J.M. e PAIBA-ALZATE, J.E. 2010. Estudio preliminar de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en La Reserva Forestal Torre Cuatro. **Bol.cient.mus.hist.nat.** 14: 137-149.

WMO. 1992. **The Dublin Statement and Report of the Conference**. *International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century*. 26-31. Dublin, Ireland.

YASSUDA, E.R. 1993. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. **Rev. Adm. Púb.** v.27, n.2, p.5-18.

RIACHO CAVOUCO: QUE RIACHO É ESSE?

Créditos da Capa

Fotografia: Maurício Dália - Estudante de Ciências Biológicas, ênfase Ciências Ambientais da UFPE

Autor da Obra: Ziza Pantoja - Artista plástica e artesã autodidata

Projeto Gráfico: Denise Simões

Revisão: Os autores

Formato Digital

Editoração eletrônica



Rua Acadêmico Hélio Ramos, 20 - Várzea

Recife / PE CEP: 50.740-530 Fax: (0xx81) 2126.8395

Fones:(0xx81) 2126.8397 2126.8930

www.ufpe.br/editora - livraria@edufpe.com.br - editora@ufpe.br

ZIZA PANTOJA

A artista plástica e artesã autodidata, descendente de indígenas, natural da Região Amazônica. Começou a pintar aos dezesseis, quando foi descoberta pelo jornalista Genildo Mota, do jornal "A Província do Pará", em 1976. Desenvolveu as técnicas: abstrato com formas harmônicas e Grafismo indígena, onde se reconhece notável influência de suas raízes. Nos últimos anos tem criado técnicas inovadoras com materiais recicláveis e esculturas com sucatas, realizando uma releitura, denominada por ela mesma de "Arte Sustentável". Artista plástica experiente já realizou e participou de Exposições individual e coletiva no Brasil, na Itália e nos Estados Unidos. Inquieta, tem uma vida de intensa atividade e costuma afirmar que: "Depois que comecei a recolher resíduos sustentáveis, minha vida virou uma transformação de amor. Faço parte do meio ambiente".



Editora
UFPE

ISBN 978-85-415-0934-3



9 788541 509343 >