

# Influência da luz na comunidade de artrópodes aquáticos em igarapés de água preta na Amazônia Central

Rodrigo Antônio de Souza

---

## Introdução

Nos ambientes lóticos, a vegetação ripária contribui diretamente com o sistema pois as folhas e galhos que dela se originam são transformados por processos bióticos e abióticos em detritos, ou soterrada e acumulada no sedimento. A fração dissolvida deste detrito eventualmente ressuspende, servindo como fonte de nutrientes para as comunidades aquáticas (Petts & Callow 1997). A produção primária é determinada pela entrada de luz no sistema, que também é influenciada pela vegetação ripária. De acordo com Vannote *et al.* (1980), a abertura do dossel da vegetação circundante e principalmente em rios de pequenas ordens, provoca um gradiente de sombreamento decrescente da nascente para foz na lâmina d'água. Isso leva a um aumento nas taxas fotossíntese da nascente para foz, diminuindo a dependência do ambiente por fontes alóctones de energia. Assim, a comunidade de ambientes lóticos deixa de ter como principal fonte energética a folhagem da vegetação adjacente e passa a utilizar a matéria orgânica de origem autóctone, como algas aderidas ao substrato. Essa modificação da matriz energética leva a

alterações na composição e estruturas das comunidades ao longo do rio.

Artrópodes aquáticos têm uma atuação ecológica bem diversa nos ecossistemas aquáticos (Cummins & Klug 1979). Essa diversidade de atuação pressupõe diferentes formas para obtenção de alimentos pelas espécies de artrópodes. Vannote *et al.* (1980) sugerem que a predominância dessas diferentes formas para obtenção de alimentos pelas espécies varia nos compartimentos do rio em função da luminosidade incidente. A abordagem funcional dos organismos foi utilizada nos últimos 30 anos por diferentes autores (*e.g.* Cummins 1973; Cummins & Wilzbach 1985; Merrit & Cummins 1996), e é a maneira mais apropriada e rápida para caracterizar as condições do ecossistema aquático (Cummins *et al.* 2005). A determinação dos grupos funcionais alimentares (GFA) é baseada em características morfológicas e comportamentais, relacionadas ao modo de obtenção do recurso alimentar pelos artrópodes. Merrit & Cummins (1996) propõem cinco categorias para essa abordagem: fragmentadores, coletores,

raspadores, filtradores, predadores. Na Amazônia poucos trabalhos aplicaram a abordagem de GFA para caracterizar os ambientes lóticos, principalmente os banhados por águas pretas. Dentre as condições ecológicas que podem ser medidas pelo GFA destaca-se a trofia, definida como a capacidade do ambiente em produzir matéria orgânica, via fotossíntese, para a manutenção da comunidade. Outra condição é a intensidade da relação entre o ambiente lótico e a vegetação ripária, a qual, para efeito de simplificação, chamamos nesse trabalho de LINK.

Esse trabalho teve como objetivo determinar a relação entre a quantidade de luz que atinge a lâmina d'água, medida indiretamente pela abertura do dossel em diferentes igarapés da Amazônia central, e as condições ecológicas, medidas a partir de GFA. Espero que quanto maior for a quantidade de luz entrando no ambiente, maior será a proporção de raspadores em relação a fragmentadores e coletores. Inversamente, espero que quanto maior for a quantidade de luz, menor será a proporção de fragmentadores em relação aos coletores.

## **Material & métodos**

Desenvolvi o estudo em cinco igarapés de água preta, de primeira e segunda ordem, na área de reserva florestal 1501 administrada

pelo PDBFF-INPA/SI, conhecida como Reserva do Km 41, situada na fazenda Esteio (2°28`S, 59°46`O), a aproximadamente 80 km ao norte de Manaus, AM. A reserva é drenada pela bacia do rio Urubuí, afluente da margem esquerda do médio rio Amazonas e é inserida em floresta contínua de terra firme (Bürnheim 1998). Pela classificação de Köppen, o clima local é tropical chuvoso (Amw), com temperatura média anual de 26°C, precipitação anual entre 1750 e 2000 mm e umidade relativa anual de 80% (RADAMBRASIL 1978).

Com base no mapa e informações de funcionários do PDBFF, selecionei os igarapés de maior facilidade de acesso e que não deságuam um no outro. Em cada igarapé determinei ao acaso um ponto de área de clareira e um sub bosque a montante da clareira e outro a jusante, onde medi a entrada de luz e coletei substrato do fundo. A quantidade de luz foi mensurada, de forma indireta, pela abertura do dossel em cada ponto de coleta. Para isso fotografei o dossel da vegetação ripária com câmera fotográfica digital Sony DSC-V1, ao nível da lâmina d'água. Com a utilização do programa Adobe Photoshop 5.0, transformei as fotografias em preto e branco e usei a proporção de pixels brancos como medida da abertura do dossel. A quantidade de luz entre os pontos de clareira e seus sub-bosques adjacentes a

montante e jusante foi comparada utilizando um teste de análise de variâncias (ANOVA).

Coletei os artrópodes, em uma área de aproximadamente 1 m<sup>2</sup> do igarapé utilizando um rapiché com malha de 0,5 mm de abertura, durante um minuto. Acondicionei o material em sacos plásticos e triei em laboratório em busca de artrópodes, por cerca de uma hora por ponto. Os artrópodes triados foram identificados ao nível de família e gênero, e quando possível, ao nível de espécie. Os artrópodes coletados foram separados nas categorias funcionais alimentares propostas por Merrit & Cummins (1996) (Tabela 1). Pela relação entre as abundâncias relativas de raspadores dividida pela soma das

abundâncias de fragmentadores e coletores determinei o valor correspondente à trofia. Ambientes com trofia abaixo do limiar proposto por Cummins *et al* (2005) para a mata Atlântica (0,75) foram considerados heterotrófico (dependentes de material alóctone), e acima, autotróficos. Adicionalmente, calculei o LINK pela razão entre os fragmentadores e coletores. Essa relação pode ser fraca, quando a proporção entre fragmentadores e raspadores é menor que o limiar proposto por Cummins *et al* (2005) para a mata Atlântica (0,25), ou forte, quando o valor dessa proporção ultrapassa esse limiar.

**Tabela 1.** Categorização dos grupos funcionais alimentares e recursos alimentares utilizados pelos grupos (Modificado de Merrit & Cummins 1996).

Grupos funcionais alimentares	Mecanismo de alimentação e recurso alimentar dominante
Fragmentadores	Fragmentação de folhas e galhos
Filtradores	Filtração de partículas orgânicas suspensas na coluna d'água, como detritos, algas, bactérias e fezes
Coletores	Ingestão de partículas orgânicas depositadas no sedimento, como detritos, algas, bactérias e fezes
Raspadores	Remoção de perifiton, algas não filamentosas, detritos, fezes, micro-fauna e flora associados à pedras, troncos ou outras superfícies nos ambientes lóticos
Predadores	Captura e ingestão de outros animais, ou de seus fluidos corporais

Testei a relação entre a abertura do dossel e a probabilidade de um ambiente lótico ser autotrófico ou heterotrófico e do LINK ser forte ou fraco através de duas regressões logísticas. Comparei a similaridade de grupos funcionais entre os ambientes amostrados a partir da distância de similaridade de Bray-Curtis (Krebs 1989). Com os valores obtidos gerei um dendrograma de dissimilaridade usando-se o método UPGMA (“Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean”) disponível no programa NTSYspc 2,01 (Rohlf 2000). Para testar se os índices de similaridade e, conseqüentemente, se o agrupamento entre os ambientes é explicado pelo acaso, realizei 1000

permutações a partir do método de simulação de Monte Carlo, disponível no software RandMat 1.0 (<http://eco.ib.usp.br/labmar>).

## Resultados

Nos 15 pontos amostrados coletei 119 artrópodes de 24 grupos taxonômicos (Anexo 1) e quatro grupos funcionais alimentares (GFA), nas seguintes proporções: 32 % de fragmentadores, 20,1% de raspadores, 34% coletores e 12,6% predadores (Anexo 2). A partir desses GFA determinei a trofia (Tabela 2) e o LINK dos igarapés estudados (Tabela 3). Dos 15 ambientes amostrados quatro foram interpretados como autotróficos e seis mostraram um forte LINK.

**Tabela 2.** Resultados de trofia levantada a partir do GFA, e a interpretação do valor encontrado para igarapés de água preta da Amazônia Central.

Pontos de coleta	Trofia	
	(Raspadores/Fragmentadores+coletores)	Interpretação
Igarapé 1 montante	3.5	Autotrófico
Igarapé 1 clareira	0.23	Heterotrófico
Igarapé 1 jusante	0,0	Heterotrófico
Igarapé 2 montante	0.25	Heterotrófico
Igarapé 2 clareira	1.66	Autotrófico
Igarapé 2 jusante	2.5	Autotrófico
Igarapé 3 montante	0,0	Heterotrófico
Igarapé 3clareira	0,0	Heterotrófico
Igarapé 3 jusante	0,0	Heterotrófico
Igarapé 4 montante	0,0	Heterotrófico
Igarapé 4 clareira	0,0	Heterotrófico

Igarapé 4 jusante	0,0	Heterotrófico
Igarapé 5 montante	0,0	Heterotrófico
Igarapé 5 clareira	0,0	Heterotrófico
Igarapé 5 jusante	0.5	Heterotrófico

**Tabela 3.** Resultados do LINK levantados a partir do GFA, o limiar e a interpretação do valor encontrado para igarapés de água preta da Amazônia Central.

Pontos de coleta	LINK (razão fragmentadores/coletores)	Interpretação
Igarapé 1 montante	0,0	Fraca
Igarapé 1 clareira	0.44	Forte
Igarapé 1 jusante	2,0	Forte
Igarapé 2 montante	0,0	Fraca
Igarapé 2 clareira	0,0	Fraca
Igarapé 2 jusante	0,0	Fraca
Igarapé 3 montante	0.5	Forte
Igarapé 3 clareira	0.13	Fraca
Igarapé 3 jusante	3,0	Forte
Igarapé 4 montante	1.33	Forte
Igarapé 4 clareira	1,0	Forte
Igarapé 4 jusante	0,0	Fraca
Igarapé 5 montante	0,0	Fraca
Igarapé 5 clareira	0,0	Fraca
Igarapé 5 jusante	0,0	Fraca

Não houve diferença significativa entre a abertura do dossel nos pontos de clareira e nos pontos de sub-bosques adjacentes a montante e a jusante ( $F_{(2,12)} = 0,379$ ;  $p = 0,692$ ). A probabilidade de um ambiente ser autotrófico não teve uma relação significativa com a quantidade de luz que adentra o

ambiente lótico ( $t = 1,66$ ;  $p = 0,110$ ). O mesmo ocorreu para a probabilidade do ambiente lótico ter um forte LINK ( $t = -0,650$ ;  $p = 0,516$ ). O dendrograma de dissimilaridade não agrupou os ambientes com aberturas de dossel semelhantes.

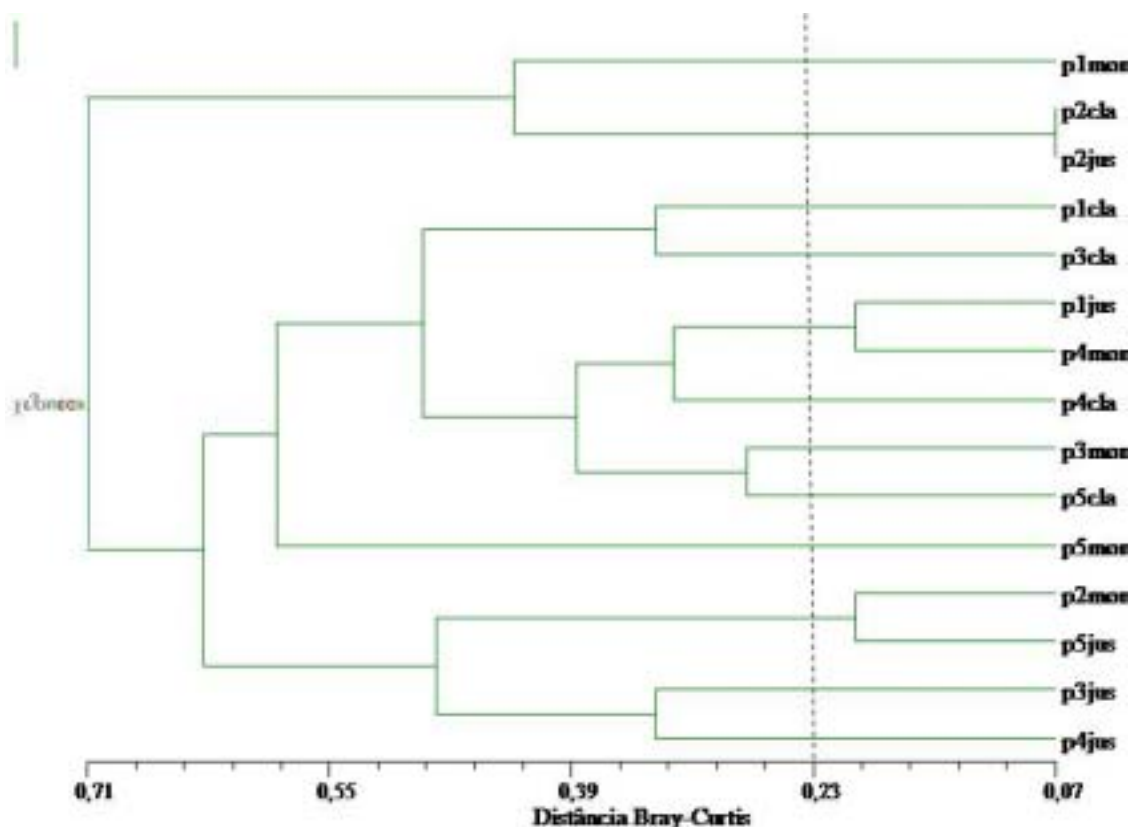


Figura 1. Dendrograma de dissimilaridade entre os pontos de maior luminosidade, clareiras (cla) e de menor luminosidade, montante (mon), jusante (jus) em igarapés (p) da Amazônia Central. Os agrupamentos à direita da linha tracejada não foram formados ao acaso.

## Discussão

De acordo com Lowe-McConnell (1987), os igarapés caracterizam-se por uma reduzida penetração de luz, baixos teores de sais minerais dissolvidos e correnteza acentuada. Essas características determinam uma grande dependência do aporte de nutrientes oriundos da vegetação ripária e uma baixa taxa de fotossíntese. Entretanto os resultados desse trabalho mostraram que a probabilidade de um ambiente do igarapé ser autotrófico, produzindo o alimento da cadeia trófica a partir da fotossíntese autóctone,

independe da quantidade de luz. Logo, outros fatores além da luz, que não foram mensurados, como a concentração de sais e a correnteza, podem estar influenciando essa probabilidade de autotrofia. Segundo Fittkaw (1967), a baixa concentração de nutrientes em igarapés amazônicos, como o fósforo, são fatores limitantes para a produção primária. Ácidos húmicos e compostos secundários da decomposição do folhço, presentes nos rios de água preta poderiam também ser um dos fatores responsáveis pela baixa produtividade nesses ambientes (Janzen 1974). Assim,

mesmo nos pontos onde há um grande aporte de luz, a produção primária autóctone fica comprometida.

Não observei uma relação negativa entre a abertura do dossel e o LINK. Entretanto, isso não quer dizer que esses pontos sejam autotróficos, provavelmente a disponibilidade de nutrientes do folheto encontrado é pequena, dada uma possível diferença no conteúdo nutricional de diferentes frações da serrapilheira. Outros fatores abióticos, como a correnteza, podem dificultar a fixação do grupo de fragmentadores.

Apesar da utilização da abordagem funcional ser utilizada a mais de trinta anos, existem poucos trabalhos com essa abordagem na região dos neotrópicos. É inexistente a literatura com essa abordagem para a bacia Amazônica, existindo trabalhos em campos de altitude do cerrado (Callisto *et al.* 2000) e na mata Atlântica da região sul do Brasil (Cummins *et al.* 2005). Dessa forma, é provável que os limiares propostos por Cummins *et al.* (2005), não sejam os mais apropriados para a determinação das condições ecológicas levantadas, dadas as peculiaridades dos ambientes lóticos amazônicos, como a cor das águas. Adicionalmente, a história de vida dos artrópodes aquáticos tropicais, como um todo, é pouco conhecida, sendo difícil determinar com exatidão a morfologia e o comportamento

alimentar desses organismos. Essa falta de exatidão provoca erros que modificam as proporções de GFA e podem causar erros na interpretação das condições ambientais dos sistemas analisados. Exemplo desse desconhecimento é a família Leptoceridae da ordem de insetos Trichoptera, bastante observada nos pontos de coleta desse trabalho, que na chave proposta por Cummins *et al.* 2005 é considerada coletor facultativo, podendo ser predador.

No presente estudo não encontrei uma relação entre a luz que adentra o ambiente lótico e sua trofia. Também não encontrei essa relação para a interação desse sistema com a vegetação ripária (LINK) utilizando a abordagem funcional. Isso não diminui a importância do mosaico de clareiras e sub-bosque formado pela vegetação circundante para a manutenção da biodiversidade e processos dos ambientes lóticos da Amazônia Central. Adicionalmente, chamo a atenção para estudos mais detalhados sobre a biologia e história de vida de artrópodes aquáticos na Amazônia e suas relações com o ambiente lótico em que vivem.

### **Agradecimentos**

Ao PDBFF, pela oportunidade, ao Leo e ao João de Deus por mostrar os melhores igarapés, ao Daniel pela câmera, ao André

pelo apoio na coleta, a Juliana pela ajuda no Photoshop, ao Glauco, Adal, Thiago Izzo e Bráulio pela ajuda na construção do projeto e análises estatísticas.

### **Referências bibliográficas**

- Bürnheim, C.M. 1998. Estrutura de comunidades de peixes em igarapés de floresta de terra firme na Amazônia Central. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Amazonas/INPA, Manaus, AM.
- Callisto, M.; Moreno, P.; Barbosa, F.A.R. 2001. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipo, southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* 61: 259-266.
- Cummins, K.W. 1973. Trophic relations of aquatic insects. *Annual Reviews Entomological* 18: 183-206.
- Cummins, K.W. & Klug, M.J. 1979. Feeding ecology of stream invertebrates. *Annual Reviews in Ecology and Systematics*. 10:147-172.
- Cummins, K.W. & Wilzbach, M.A. 1985. Field procedures for the analysis of functional feeding groups in stream ecosystems. Appalachian Environmental Laboratory, Contribution No. 1611, University of Maryland, Frostburg, Maryland.
- Cummins, K.W.; Merrit, R.W.; Andrade, C.N. 2005. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 40:71-90.
- Fittkaw, E.J. 1967. On the Ecology of Amazonian Rain Forest Streams. Atas do simpósio sobre a biota Amazônica. 3: 97-108.
- Janzen, D.H. 1974 Tropical blackwater rivers, animals and mast fruiting by the Dipterocarpaceae. *Biotropica* 6: 69-103.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Library Congress, New York.
- Lowe-McConnell, R.H. 1987. *Ecological Studies in tropical fish communities*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Merrit, R.W. & Cummins, K.W. 1996. *An Introduction to the aquatic insects of North America*. Dubuque, IA. Kendall/Hunt Publ. Co.
- Merrit, R.W.; Cummins, K.W.; Berg, M.B.; Novak, J.A.; Higgins, M.J.; Wessel, K.J.; Lessard, J.L. 2002. Development and application of a macroinvertebrates functional group approach to the bioassessment of remnant river oxbows in southwest Florida. *Journal*



- of North America Benthological Society 21:290-310.
- Petts, G.G. & Callow, P.1997. River biota. Blackwell Science Ltda. Oxford.
- RADAMBRASIL.1976. Folha SA.21-Santarém. Levantamento de Recursos Naturais (Geologia, Pedologia, Vegetação, uso potencial de terra), Vol. 10. DNPM, Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro. 510p.
- Rohlf, F.J.2000. NTSYSpc, numerical taxonomy and multivariate data analysis system, ver. 2.0.1. Exeter Software. Setauket, New York.
- Vannote, R.L.; Minshall, G.W.; Cummins, K.W.; Sedell, J.R.; Cushing, C.E. 1980. The river continuum concept. Canadian Journal Fisheries and Aquatic Science 37:130-137.

**Anexo 1.** Abundância das categorias taxonômicas encontradas nos diferentes igarapés da Amazônia central, em suas clareiras na montante e jusante.

Pontos de coleta	Fragmentador	Coletor	Raspador	Predador
Igarapé 1 montante	2	0	7	1
Igarapé 1 clareira	4	9	3	2
Igarapé 1 jusante	6	3	0	3
Igarapé 2 montante	4	0	1	3
Igarapé 2 clareira	0	3	5	0
Igarapé 2 jusante	0	2	5	0
Igarapé 3 montante	2	4	0	0
Igarapé 3 clareira	1	8	0	0
Igarapé 3 jusante	3	1	0	0
Igarapé 4 montante	4	3	0	1
Igarapé 4 clareira	2	2	0	1
Igarapé 4 jusante	5	0	0	0
Igarapé 5 montante	0	2	0	0
Igarapé 5 clareira	0	4	0	1
Igarapé 5 jusante	6	0	3	3

**Anexo 2.** Abundâncias dos grupos funcionais alimentares para os pontos coletados em igarapés da Amazônia Central.

	I1 m	I1 c	I1 j	I2 m	I2 c	I2 j	I3 m	I3 c	I3 j	I4 m	I4 c	I4 j	I5 m	I5 c	I5 j
Decapoda															
Palaemonidae															
<i>Macrobrachium</i> sp.	1	3	3	2	0	0	1	0	0	2	0	1	0	0	5
Ephemeroptera															
Leptophlebiidae															
Leptophlebiidae NI	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Ulmeritoides</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Euthyplocidae															
<i>Campylocia</i> sp.	0	5	1	0	2	2	3	3	0	0	2	0	1	2	0
Odonata, Anisoptera															
Gomphidae															
<i>Gomphus</i> sp	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Libellulidae															
<i>Idiataphe</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Zygoptera															
Megapodagrionidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plecoptera, Perlidae															
<i>Anacroneuria</i> sp.	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Heteroptera															
Belostomatidae															
<i>Belostoma</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coleoptera															
Coleoptera NI	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DysticidaeNI	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Megaloptera															
Corydalidae NI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Diptera															
Tabanidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chironomidae															
Tanypodinea	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Chironomus</i> sp.	0	1	0	0	1	0	1	5	1	3	0	0	1	2	0
Ceratopogonidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaoboridae															
<i>Chaoborus</i> sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera															
Helicopsychidae															
<i>Helicopsyche</i> sp.	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptoceridae															
<i>Neotricha</i> sp.	2	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1
<i>Triplectides</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Amazonatolica hamade</i>	0	1	0	0	5	5	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Calamoceratidae															
<i>Phylloicus</i> sp.	1	1	3	0	0	0	0	1	3	1	1	1	0	0	0