

Padrões no estabelecimento de macroalgas em um canal artificial antes e após evento de drenagem

Patterns in establishment of macroalgae in an artificial channel before and after drainage event

Jannie Francianne Guimarães¹
Richard Wilander Lambrecht²
Diego Alberto Tavares³
Cristian Antonio Rojas⁴
Cleto Kaveski Peres⁵(*)

Resumo

Distúrbios de seca ou alterações no fluxo em ambientes lóticos podem desestruturar as comunidades provocando espaços “vagos” e redirecionando as espécies na competição por espaço e recursos. O objetivo do presente trabalho foi investigar a dinâmica da comunidade de macroalgas, antes e após um evento de drenagem de um canal artificial. As amostragens foram realizadas em três segmentos ao longo do canal e em três etapas: 1) antes da drenagem (AD); 2) primeira amostragem depois da drenagem (DD1), realizada 54 dias após o reestabelecimento do fluxo no canal e; 3) segunda amostragem, após a drenagem (DD2), realizada após seis meses ter o canal seu fluxo contínuo normalizado. As macroalgas foram amostradas por meio de técnica da transeção e estimativa visual da abundância. No total, foram identificados 15 táxons, distribuídos entre as divisões Chlorophyta, Cyanophyta, Rhodophyta e Ochrophyta. Somente quatro táxons ocorreram nas três amostragens, demonstrando uma grande substituição de espécies. A partir da

-
- 1 Graduando em Ciências Biológicas, Ecologia e Biodiversidade, na Universidade Federal da Integração Latino-Americana, UNILA; Endereço: Avenida Tancredo Neves, 6731, Parque Tecnológico Itaipu, CEP: 85867-970, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil; E-mail: jannie.guimaraes@gmail.com
 - 2 Graduando em Ciências Biológicas, Ecologia e Biodiversidade, na Universidade Federal da Integração Latino-Americana, UNILA; Endereço: Avenida Tancredo Neves, 6731, Parque Tecnológico Itaipu, CEP: 85867-970, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil; E-mail: rick7will@gmail.com
 - 3 Graduando em Ciências Biológicas, Ecologia e Biodiversidade, na Universidade Federal da Integração Latino-Americana, UNILA; Endereço: Avenida Tancredo Neves, 6731, Parque Tecnológico Itaipu, CEP: 85867-970, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil; E-mail: dieguinhoalbert@gmail.com
 - 4 Dr.; Bacharel em Genética; Professor Adjunto na Universidade Federal da Integração Latino-Americana, UNILA; Endereço: Avenida Tancredo Neves, 6731, Parque Tecnológico Itaipu, CEP: 85867-970, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil; E-mail: cristian.rojas@unila.edu.br
 - 5 Dr.; Biólogo; Professor da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, UNILA; Endereço: Avenida Tancredo Neves, 6731, Parque Tecnológico Itaipu, CEP: 85867-970, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil; E-mail: cletoperes@yahoo.com.br (*) Autor para correspondência.

Recebido para publicação em 23/03/2015 e aceito em 31/12/2015

Análise de Correspondência (CA), foi possível evidenciar uma clara separação entre os pontos amostrados, antes e depois da drenagem, demonstrando que a comunidade em AD, que se encontrava em longo período de estabilização, apresentou-se mais semelhante entre os diferentes segmentos. Neste caso, o canal como, um ambiente com condições ambientais mais estáveis, conduziu a uma maior homogeneidade da comunidade, enquanto o evento de drenagem propiciou a substituição de espécies. Após a drenagem, houve redução dos valores totais de riqueza e aumento no número de táxons de Cyanophyta. Espécies desse grupo possuem bainha mucilaginosa, atributo importante nos primeiros estágios de sucessão de ambientes lóticos. Na terceira amostragem, a divisão Chlorophyta voltou a ser mais abundante, com a ocorrência de espécies filamentosas com células maiores e sistema de ramificação, sugerindo estágios mais avançados da sucessão.

Palavras-chave: canal artificial; distúrbio de seca; biodiversidade; rio Paraná.

Abstract

Drought disturbances or changes in the flow of lotic environments can disrupt communities causing "empty" spaces and redirecting the species that will compete for space and resources. The objective of this work was to investigate the dynamics of macroalgal community before and after a drainage event in an artificial channel. Samples were taken at three points along the channel and at three steps: 1) before draining (AD); 2) first sampling after the drainage (DD1), conducted 54 days after the reestablishment of flow in the channel and; 3) second sampling after drainage (DD2), at six months after normalization of channel flow. Macroalgae were sampled by the transect technique and using visual estimation of abundance. In total, were identified 15 taxa, distributed among the divisions Chlorophyta, Cyanophyta, Rhodophyta and Ochrophyta. Only four taxa occurred in the three samplings, showing a high turnover of species. Based on the Correspondence Analysis (CA) it was possible to show a clear separation between the sample points before and after the drainage, demonstrating that the community in AD, which was in long stabilization, presented more similar among different segments. In this case, the channel as an environment with more stable environmental conditions led to a greater homogeneity of the community, while the drainage event promoted the replacement of species. After draining, there was a reduction of richness and highest number of taxa of Cyanophyta. Species of this group have mucilaginous sheath, an important feature in the early stages of succession of lotic environments. In the third sampling, the Chlorophyta division was again more abundant, with the occurrence of filamentous species with larger cells and branching system, suggesting the later stages of succession.

Key words: artificial channel; drought disturbance; biodiversity; Paraná River.

Introdução

Embora se tenha dado mais atenção aos distúrbios causados por enchentes (BIGGS, 1996; BIGGS; SMITH, 2002; DOWNES et al., 2003; BRANCO et al., 2005) do que aos eventos de seca (LAKE, 2003; ROBSON; MATTHEWS, 2004), muitos estudos vêm retratando tais distúrbios ecológicos em ambientes lóticos como fatores determinantes na estrutura de suas comunidades (LAKE, 2000; DOWNES et al., 2003; MELO et al., 2003; RIIS e BIGGS, 2003). Lake (2000) definiu distúrbio como uma força danificadora que ocorre sobre um local ocupado por uma população, comunidade ou ecossistema, cuja magnitude pode matar ou dispersar os organismos, esgotar recursos consumíveis e degradar ou destruir o habitat. Dessa forma, uma perturbação no ambiente corresponde a um evento de distúrbio seguido de uma resposta da biota a esse distúrbio.

Os distúrbios de seca podem aumentar a fragmentação e diminuir o espaço do habitat, formando poças de refúgio para a fauna, até à seca total do canal, levando a efeitos deletérios em toda biota (LAKE, 2000). Apesar disso, alguns organismos possuem mecanismos de resistência à seca, podendo utilizar as poças fragmentadas como refúgio, ou ainda utilizar o biofilme seco para crescer novamente após o distúrbio (ROBSON; MATTHEWS, 2004). A recuperação das comunidades de ambientes lóticos, após o distúrbio de seca (depois do retorno do fluxo de água), pode ocorrer por vários caminhos, sendo o reconhecimento desses padrões um tema importante dentro da ecologia.

Com o constante fluxo de água em ambientes lóticos, não é possível a ocorrência

de comunidades planctônicas, fazendo com que a produção primária desses ambientes dependa principalmente de macrófitas aquáticas enraizadas e de algas bentônicas e, dentre estas, destacam-se as macroalgas. A composição e a estrutura das comunidades de macroalgas lóticas têm sido fortemente relacionadas com as variáveis ambientais características desses ambientes (temperatura da água, intensidade da luz, tipo do substrato, velocidade da correnteza, dentre outros) (SHEATH; COLE, 1992; SHEATH; MÜLLER, 1997; BORGES; NECCHI JÚNIOR, 2006; ALLAN; CASTILLO, 2007; NECCHI JÚNIOR et al., 2008), com a estrutura física do habitat (BRANCO et al., 2010) e com as condições hidráulicas associadas (TONETTO et al., 2014).

Após eventos de distúrbio, é possível acompanhar a colonização e o crescimento de macroalgas devido aos seus mecanismos de dispersão e as altas taxas de reprodução características de organismos perifíticos, sendo possível, assim, observar sua dinâmica sucessional (STEINMAN; McINTIRE, 1990). Além dos mecanismos clássicos de sucessão, como facilitação, inibição e tolerância, o padrão de sucessão de macroalgas lóticas tem sido relacionado à morfologia das espécies, à matriz extra-celular e às estratégias de vida (McCORMICK; STEVENSON, 1991; BORGES; NECCHI JÚNIOR, 2006; FELISBERTO; RODRIGUES, 2012).

Dentro do contexto mencionado, o presente trabalho teve como objetivo investigar o efeito de um evento de drenagem sobre a dinâmica sucessional da comunidade de macroalgas no Canal da Piracema, da UHE Itaipu Binacional. Após, aproximadamente, quatro anos de operação ininterrupta do canal, sucedeu-se um período prolongado de estiagem que atingiu as

zonas de recarga das nascentes e afluentes do rio Paraná, tendo como reflexo uma redução do nível do reservatório de Itaipu. Como consequência, alguns trechos do canal secaram por, aproximadamente, cinco meses. Assim, foram analisados os padrões de riqueza, abundância e composição de macroalgas a fim de investigar a resposta da comunidade diante do distúrbio mencionado.

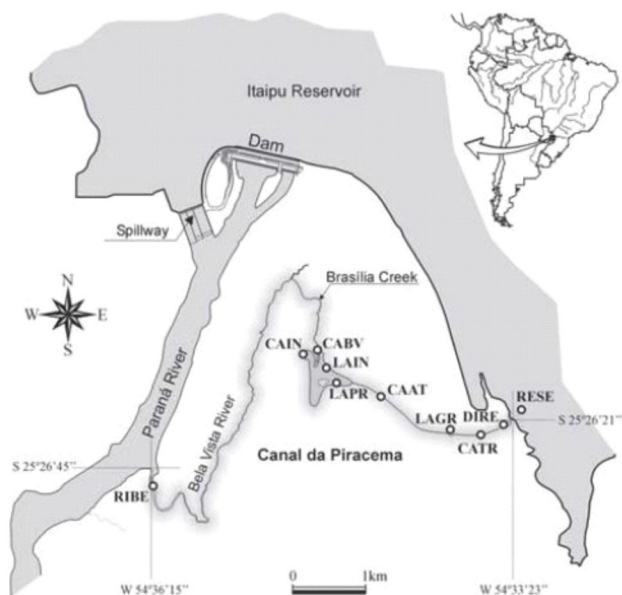
Material e Métodos

Área de Estudo

O estudo foi conduzido no Canal da Piracema, o qual situa-se próximo à barragem da Usina Hidroelétrica (UHE) de Itaipu. Trata-se de um canal artificial

que foi implantado na margem esquerda do rio Paraná, no Município de Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil (FONTES-JÚNIOR et al., 2012) (Figura 1). O reservatório da UHE de Itaipu possui 170 km de extensão, com área total de 1.350 km², divididos entre Brasil e Paraguai cuja barragem tem 120 m de altura. O Canal da Piracema tem seu início no reservatório Itaipu e estende-se à jusante do rio Paraná, abaixo da usina, apresentando 10,3 km de extensão, dos quais 6,7 km pertencem ao leito original do rio Bela Vista, enquanto o restante é constituído por diversas escadas e tanques artificiais, com o objetivo de vencer o desnível da barragem, proporcionando a continuidade da migração dos peixes no período da piracema (MAKRAKIS et al., 2007).

Figura 1 - Canal da Piracema, incluindo o rio Paraná (RIBE = Rio Bela Vista; CABV = Canal de Deságue no rio Bela Vista; LAIN = Lago Inferior; LAPR = Lago Principal; CAIN = Canal de Iniciação; CAAT = Canal de Alimentação em Aterro; LAGR = Lago das Grevilhas; CATR= Canal de Alimentação em Trincheira; DIRE = Dique de Regulagem; RESE = Reservatório de Itaipu)



Fonte: Mapa extraído de Makrakis et al. (2007).

Amostragem

As amostragens das macroalgas e das variáveis ambientais no canal da Piracema foram realizadas em três etapas. A primeira etapa foi realizada no dia 19 de outubro de 2012, sendo considerada uma amostragem antes do distúrbio (AD), uma vez que o canal estava em um período de funcionamento ininterrupto por, aproximadamente, quatro anos. Depois dessa amostragem e seguido de um período de estiagem na montante do rio Paraná, o reservatório diminuiu o seu nível, substancialmente, atingindo a cota inferior à mínima necessária para adução de água ao canal, perdurando essa condição por, aproximadamente, cinco meses. Após esse período, o canal voltou a ser aberto e, 54 dias depois de sua abertura e fluxo normal, foi realizada uma segunda coleta no dia 24 de maio de 2013, sendo denominada como primeira amostragem depois do distúrbio (DD1) associado à drenagem do canal. Na sequência, aproximadamente após seis meses de atividade normalizada no canal, foi realizada uma nova coleta de dados, no dia 12 de novembro de 2013, sendo nomeada como segunda amostragem depois do distúrbio (DD2). As coletas foram realizadas em três pontos de amostragem, sendo duas delas no CAAT (denominados P2 e P3) e uma no CATR (P1) (Figura 1). Todos os segmentos amostrados consistiram em regiões de canal artificial com margens em concreto e leito composto por blocos irregulares de basalto com forte correnteza.

Os métodos de amostragem foram semelhantes aos descritos em outros estudos com macroalgas em todo o mundo (SHEATH; COLE, 1992; NECCHI JÚNIOR et al., 2000; HU; XIE, 2006). As macroalgas foram amostradas através do método de transecção dentro de segmentos

permanentemente demarcados de 10 m, tendo sido observada a presença/ausência de cada espécie, e estimada, por meio de análise visual, as suas respectivas abundâncias, em termos de cobertura percentual. Essas técnicas são válidas e amplamente utilizadas nos estudos com macroalgas de ambientes lóticos (NECCHI JÚNIOR et al., 2000, 2003, 2008; HU; XIE, 2006; KRUPK et al., 2007; BRANCO et al., 2008). A abundância, por ponto de amostragem, da comunidade de macroalgas foi considerada como sendo a soma das abundâncias (cobertura percentual) de cada espécie. A riqueza específica para cada ponto de amostragem foi expressa pelo número absoluto de espécies de macroalgas encontradas no segmento analisado.

A visualização das comunidades de macroalgas no leito do canal foi realizada com auxílio de um observador subaquático com fundo de vidro. As amostras foram removidas do substrato com auxílio de uma espátula e preservadas em frascos com formaldeído 4%. A identificação das espécies em laboratório foi realizada com microscópio trinocular Carl Zeiss, Axio Lab.A1 com sistema de captura e edição de imagens. As macroalgas foram identificadas até o nível específico, sempre que possível.

Variáveis ambientais foram analisadas em cada ponto de amostragem: temperatura, pH, sólidos totais dissolvidos, condutividade específica, turbidez, oxigênio dissolvido, e saturação de oxigênio. Essas variáveis foram medidas em campo com a utilização de uma sonda multiparamétrica Horiba U-51, posicionada na coluna de água do ponto médio de cada segmento analisado.

As análises de dados foram realizadas utilizando estatística descritiva e Análise de Correspondência (AC), e, também, o pacote estatístico Past3 (HAMMER et al., 2001).

Resultados

O levantamento das comunidades de macroalgas do canal da Piracema durante o período de estudo resultou na identificação de 14 táxons, sendo 10 espécies e 4 grupos vegetativos (Tabela 1). Os táxons estão distribuídos entre as divisões Chlorophyta (50% dos táxons), Cyanophyta (36% dos táxons), Rhodophyta e Ochrophyta (7% dos táxons, cada uma). Os grupos vegetativos pertencem à divisão Chlorophyta (uma morfoespécie do gênero *Spirogyra*, uma do gênero *Microspora* e duas do gênero *Oedogonium*). Foram encontradas populações de macroalgas em todos os trechos e períodos amostrados, entretanto, o canal não apresentou uma flora específica para cada segmento.

Analisando as amostragens de forma independente, a coleta antes do distúrbio teve 10 dos 14 táxons registrados, sendo Chlorophyta a divisão mais representativa em número de espécies, seguida por Cyanophyta e Rhodophyta, com 50%, 40% e 10% dos táxons respectivamente, não havendo ocorrência de Ochrophyta. Chlorophyta foi o grupo mais abundante nessa amostragem (média de 22%), ressaltando *Oedogonium* sp., com 20% de abundância total. Cyanophyta e Rhodophyta apresentaram 6% e 1% de abundância total, respectivamente.

Para a primeira coleta depois do distúrbio de seca (DD1), foram identificados 9 táxons, sendo Chlorophyta e Cyanophyta os grupos mais representativos, com 44% e 33% dos táxons, respectivamente, seguidos por Rhodophyta e Ochrophyta, com 11,5% cada uma. Nesta amostragem, Cyanophyta passou a ser o grupo mais abundante com 12% de abundância total, destacando os elevados valores de ocorrência de *Phormidium*

retzii, em 10,5% da cobertura total. A abundância de Chlorophyta apresentou uma queda abrupta permanecendo com apenas 5% de cobertura total, além de não haver registro de *Oedogonium* sp. nessa amostragem. Rhodophyta permaneceu com valores baixos de abundância (0,5%), enquanto Ochrophyta apresentou 2,5% de cobertura do substrato.

Na segunda amostragem depois do distúrbio de seca (DD2), foram identificados 8 táxons, com Chlorophyta sendo o grupo mais representativo (50% dos táxons), seguido de Cyanophyta (25%), Rhodophyta e Ochrophyta (12,5%, cada uma). Nessa amostragem, Cyanophyta continuou como grupo mais abundante, com 13,5% de cobertura total, e *Phormidium retzii* foi a espécie mais abundante (8,5%). Entretanto, Chlorophyta apresentou 12% de abundância total, com destaque para *Microspora* sp. como nova ocorrência no canal e 5% de abundância total, e *Spirogyra* sp., com 6% da abundância total. Rhodophyta apresentou 2,5% de abundância total enquanto Ochrophyta teve uma redução na sua abundância, com somente 1% da abundância total.

Comparando a composição de espécies entre as três coletas, antes e depois do distúrbio, 4 táxons são similares entre as três amostragens, 3 táxons ocorreram na amostragem antes e na primeira coleta depois do distúrbio, e somente um táxon se manteve na primeira e segunda coleta depois do distúrbio (Figura 2).

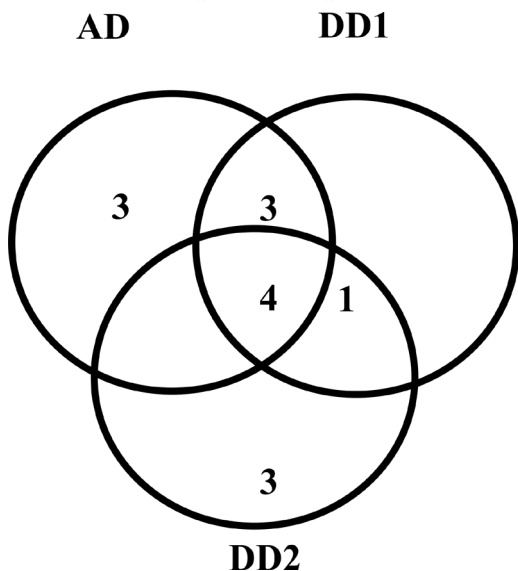
A Análise de Correspondência (CA) mostrou uma nítida separação entre a comunidade de macroalgas antes do distúrbio (AD) e depois do distúrbio (DD1 e DD2), apresentando 29% de explicabilidade no eixo 1 e 19% no eixo 2, somando 48% de explicabilidade total (Figura 3).

Tabela 1 - Ocorrência dos táxons de macroalgas do Canal da Piracema, organizados por ponto de amostragem antes (AD) e depois (DD) do período de estiagem

	Pontos de amostragem								
	P1AD	P2AD	P3AD	P1DD1	P2DD1	P3DD1	P1DD2	P2DD2	P3DD2
Chlorophyta									
<i>Agagropilopsis sterrocladia</i> (Skuja) Boedeker in Boedeker et al.		+		+		+		+	
<i>Microspora</i> sp.							+		
<i>Oedogonium</i> sp.1	+	+	+						
<i>Oedogonium</i> sp.2		+							
<i>Spirogyra</i> sp.	+			+					+
<i>Stigeoclonium amoenum</i> Kützing	+	+		+		+		+	
<i>Stigeoclonium helveticum</i> Vischer				+		+			
Cyanophyta									
<i>Geitlerinema splendidum</i> (Greville ex Gomont) Anagnostidis									+
<i>Lyngbya majuscula</i> (Dillwyn) Harvey	+		+						
<i>Microcoleus subtorulosus</i> Gomont ex Gomont			+			+			
<i>Phormidium aerugineo-caeruleum</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek		+		+		+		+	
<i>Phormidium retzii</i> (C.Agardh) Kützing ex Gomont	+		+	+		+	+	+	+
Rhodophyta									
<i>Hildenbrandia angolensis</i> Welwitsch ex West & G.S.West		+	+			+			+
Ochrophyta									
<i>Pleurosigma laevis</i> (Ehrenberg) Compère				+					+

Fonte: Guimarães, J. F. et al. (2014).

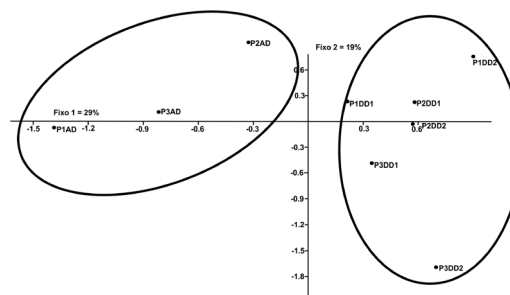
Figura 2 – Número de espécies restritas que ocorreram entre cada programa amostral no canal da Piracema antes (AD) e depois (DD) do distúrbio de estiagem e valores de espécies compartilhadas



Fonte: Guimarães, J. F. et al. (2014).

Os parâmetros ambientais analisados exibiram valores com pouca variação, mas compatível com o tipo de ambiente amostrado (Tabela 2). Tais dados foram utilizados apenas para caracterização do canal, já que não apresentaram nenhuma variação que pudesse explicar os padrões encontrados.

Figura 3 – Representação gráfica da Análise de Correspondência dos pontos de amostragem antes do distúrbio de seca no canal (AD), destacado em preto, e depois do distúrbio (DD1 e DD2), destacado em cinza



Fonte: Guimarães, J. F. et al. (2014).

Tabela 2 - Variáveis ambientais das amostragens antes do distúrbio (AD), primeira amostragem depois do distúrbio (DD1) e segunda amostragem depois do distúrbio de estiagem no Canal da Piracema (DD2)

Amostragens									
	ADP1	ADP2	ADP3	DD1P1	DD1P2	DD1P3	DD2P1	DD2P2	DD2P3
Temperatura (°C)	26,3	28,1	26,0	22,5	22,4	22,6	27,4	29,4	29,0
pH	7,6	7,6	7,6	7	6,6	6,7	7,2	7,5	7,3
Sólidos totais dissolvidos (mg/l)	38	38	40	38	38	39	38	39	40
Condutividade específica (µS.cm ⁻¹)	58	50	60	59	59	60	58	59	61
Turbidez (UNT)	3	1,4	3,2	10,5	9,8	10,5	0	4,5	0,5
Oxigênio dissolvido(mg/l)	7,7	8,0	7,1	8,7	8,1	8,5	7,3	6,6	7,7
Saturação de oxigênio (%)	103	103	90	101	94	100	93	87	101

Fonte: Guimarães, J. F. et al. (2014).

Discussão

Com o evento de drenagem no canal da Piracema houve uma significativa substituição da comunidade de macroalgas, sendo possível acompanhar o processo de sucessão por meio da ocorrência de espécies características desse processo ao longo das amostragens. A Análise de Correspondência (CA), que apresentou 48% de explicabilidade total nos dois primeiros eixos, evidenciou uma clara separação entre os pontos amostrados antes da drenagem (AD) e os pontos amostrados após a drenagem (DD1 e DD2). Esses dados demonstram que a comunidade em AD, que se encontrava em um ambiente com longo período de estabilização, apresentou-se mais semelhante entre os diferentes segmentos amostrados. Nesse caso, o canal como um ambiente com condições ambientais mais estáveis conduziu a uma maior homogeneidade da comunidade, enquanto os eventos de drenagem promoveram a substituição de espécies. Esses dados corroboram aqueles obtidos em ambientes naturais, os quais invariavelmente apontam para uma grande heterogeneidade nestas comunidades mesmo em regiões bastante restritas (BRANCO et al., 2009).

A comunidade de macroalgas em AD foi caracterizada pela alta abundância de algas verdes, principalmente a elevada ocorrência do gênero *Oedogonium*, uma alga verde filamentosa classificada como espécie tardia no processo de sucessão, considerada C-S estrategista, ou seja, mais adaptada a ambientes estáveis (BORGES; NECCHI JÚNIOR, 2008). A alta dominância deste táxon reflete a estabilidade do funcionamento do canal, além da homogeneidade da comunidade neste período. Por outro lado,

por crescerem além das fronteiras do biofilme, organismos filamentosos são removidos com mais facilidade do substrato, ficando mais susceptíveis a eventos de distúrbio (STEINMAN; McINTIRE, 1990).

Depois do evento de drenagem e ao posterior retorno do seu fluxo normal, a comunidade em DD1 apresentou uma redução nos valores de riqueza da comunidade em relação àquela encontrada antes do distúrbio. Contudo, foi registrada uma maior abundância de espécies da divisão Cyanophyta, destacando a maior abundância da espécie *Phormidium retzii*, além da ocorrência da espécie *Pleurocystis laevis* da divisão Ochrophyta. Algas destes grupos são considerados característicos de estágios iniciais da sucessão (BORGES; NECCHI JÚNIOR, 2008; FELISBERTO; RODRIGUES, 2012), possuindo grande habilidade de migração o que garante vantagem na colonização do substrato (STEINMAN; McINTIRE, 1990; McCORMICK; STEVENSON, 1991).

Na terceira amostragem (DD2), embora não tenha ocorrido um aumento na riqueza, a divisão Chlorophyta voltou a ser mais representativa em abundância, com a ocorrência de espécies como *Aegagropilopsis sterrocladia*, *Microspora* sp., *Spirogyra* sp. e *Stigeoclonium amoenum*. Essa ocorrência sugere estágios mais avançados da sucessão, onde espécies predominantemente filamentosas com células maiores e complexo sistema de ramificação têm ocorrência predominante (BORGES; NECCHI JÚNIOR, 2008). A baixa taxa de dispersão de organismos filamentosos pode ser relacionada ao fato de que durante o processo de dispersão, tais organismos tendem a ficar retidos no substrato com mais facilidade, permanecendo restritos a viagens mais curtas

ao longo do leito do canal (STEINMAN; McINTIRE, 1990).

A mucilagem proveniente de organismos de estágios iniciais da sucessão, como diatomáceas por exemplo, tem se mostrado de grande importância no processo de sucessão, uma vez que facilita a adesão de outras células no substrato, aumentando a superfície disponível para a colonização e servindo como uma armadilha de captura de outras células (ROEMER et al., 1984). Por outro lado, em estágios tardios da sucessão, organismos filamentosos parecem ser mais hábeis na intercepção de luz, sendo mais eficientes na competição por este recurso, considerado um importante processo na dinâmica de espécies em comunidades perifíticas maduras (STEINMAN; McINTIRE, 1990).

Referências

- ALLAN, D. J.; CASTILLO, M. M. **Stream Ecology**: structures and functions of running waters. 2. ed. Dordrecht: Springer, 2007.
- BIGGS, B. J. F. **Patterns in periphyton of stream**. 1. ed. San Diego: Academic Press, 1996.
- BIGGS, B. J. F.; SMITH, R. A. Taxonomic richness of stream benthic algae: effects of flood disturbance and nutrients. **Limnology and Oceanography**, v. 47, p. 1175-1186, 2002.
- BORGES, F. R.; NECCHI JÚNIOR, O. Patterns of spatial distribution in macroalgal communities from tropical lotic ecosystems. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, p. 669-680, 2006.
- BORGES, F. R.; NECCHI JÚNIOR, O. Short-term successional dynamics of a macroalgal community in a stream from northwestern São Paulo State, Brazil. **Acta Botanica Brasílica**, v. 22, p. 453-463, 2008.
- BRANCO, C. C. Z.; BRANCO, L. H. Z.; MOURA, M. O.; BERTUSSO, F. R. The succession dynamics of a macroalgal community after a flood disturbance in a tropical stream from São Paulo State, southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, p. 267-275, 2005.

Considerações Finais

O presente trabalho possibilitou o reconhecimento de uma sequência na sucessão de macroalgas após a completa drenagem do canal, tornando possível a caracterização de distúrbios de seca e a resposta da comunidade de macroalgas após este evento. Ademais, foi possível observar que o distúrbio de drenagem agiu diretamente na substituição de espécies que ocupam o canal, levando a uma maior heterogeneidade da comunidade de macroalgas.

Agradecimentos

Agradecemos a Caroline Henn e Helio Fontes da Divisão de Reservatório da Itaipu Binacional pelo suporte durante os trabalhos de campo, ao Probioc-UNILA e a Fundação Araucária/Fundação Parque Tecnológico Itaipu pelas bolsas de IC concedidas a JFG, RWL e DAT.

- BRANCO, C. C. Z.; KRUPPEK, R. A.; PERES, C. K. Seasonality of macroalgal communities in a subtropical drainage basin in Paraná State, Southern Brasil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 741-749, 2008.
- BRANCO, C. C. Z.; KRUPPEK, R. A.; PERES, C. K. Ecological distribution of stream macroalgal communities from the mid-western of Paraná State, Southern Brazil: importance of local scale variation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, p. 379-386, 2009.
- BRANCO, C. C. Z.; NECCHI JÚNIOR, O.; PERES, C. K. Effects of artificial substratum types and exposure time on macroalgal colonization in a tropical stream. **Fundamental and Applied Limnology**, v. 178, p. 17-27, 2010.
- DOWNES, B. J.; ENTWISLE, T. J.; REICH, . Effects of flow regulation on disturbance frequencies an in-channel bryophytes and macroalgae in some upland stream. **River Research and Applications**, v. 19, p. 27-42, 2003.
- FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L. Dinâmica sucessional de comunidades de algas perifíticas em um ecossistema lótica subtropical. **Rodriguésia**, v. 63, p. 463-473, 2012.
- FONTES-JÚNIOR, H. M.; CASTRO-SANTOS, T.; MAKRAKIS, S.; GOMES, L. C. ; LATINI, J. D. A barrier to upstream migration in the fish passage of Itaipu Dam (Canal da Piracema), Paraná River basin. **Neotropical Ichthyology**, v. 10, p. 697-704, 2012.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics software package of education and data analysis. **The Palaeontological Association**, v. 4, p. 9, 2001.
- HU, B. F.; XIE, S. L. Effects of seasonality on distribution of macroalgae in a stream system (Xinan Spring) in Shanxi Province, North China. **Journal of Integrative Plant Biology**, v. 48, p. 889-896, 2006.
- KRUPPEK, R. A.; BRANCO, C. C. Z.; PERES, C. K. Distribuição ecológica das comunidades de macroalgas da bacia de drenagem do Rio das Pedras, região Centro-Sul do estado do Paraná, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, p. 173-182, 2007.
- LAKE, P. S. Disturbance, patchiness, and diversity in stream. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 19, p. 575-592, 2000.
- LAKE, P. S. Ecological effects of perturbation by drought in flowing waters. **Freshwater Biology**, v. 48, p. 1161-1172, 2003.
- MAKRAKIS, S.; GOMES, L. C.; MAKRAKIS, M. C.; FERNANDES, D. R.; PAVANELLI, C. S. The Canal da Piracema at Itaipu Dam as a fish pass system. **Neotropical Ichthyology**, p. 185-195, 2007.
- McCORMICK, P. V.; STEVENSON, R. J. Mechanisms of benthic algal succession in lotic environments. **Ecological Society of America**, v. 72, p. 1835-1848, 1991.

MELO, A. S.; NIYOGI, D. K.; MATTHAEI, C. D.; TOWNSEND, C. R. Resistance, resilience, and patchiness of invertebrate assemblages in native tussock and pasture stream in New Zealand after a hydrological disturbance. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 60, p. 731-739, 2003.

NECCHI JÚNIOR, O.; BRANCO, L. H. Z.; SPEZAMIGLIO, D. N. Distribuição ecológica de comunidades de macroalgas de ambientes lóticos do Parque Nacional Itatiaia (RJ, MG), Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, p. 135-145, 2008.

NECCHI JÚNIOR, O.; BRANCO, C. C. Z.; BRANCO, L. H. Z. Distribution of stream macroalgae in São Paulo State, Southeastern Brazil. **Algological Studies**, v. 97, p. 43-57, 2000.

NECCHI JÚNIOR, O.; BRANCO, L. H. Z.; BRANCO, C. C. Z. Ecological distribution of stream macroalgal communities from a drainage basin in the Serra da Canastra National Park, Minas Gerais, Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 63, p. 635-646, 2003.

RIIS, T.; BIGGS, B. J. F. Hydrologic and hydraulic control of macrophyte establishment and performance in streams. **Limnology and Oceanography**, v. 48, p. 1488-1479, 2003.

ROBSON, B. J.; MATTHEWS, T. G. Drought refuges affect algal recolonization in intermittent streams. **River Research and Applications**, v. 20, p. 753-763, 2004.

ROEMER, S. C.; HOAGLAND, K. D.; ROSOWSKI, J. R. Development of a freshwater periphyton community as influenced by diatom mucilages. **Canadian Journal of Botany**, v. 62, p. 1799-1813, 1984.

SHEATH, R. G.; COLE, K. M. Biogeography of Stream Macroalgae in North America. **Journal of Phycology**, v. 28, p. 448-460, 1992.

SHEATH, R. G.; MÜLLER, K. M. Distribution of stream macroalgae in four high arctic drainage basins. **The Arctic Institute of North America**, v. 50, p. 355-364, 1997.

STEINMAN, A. D.; McINTIRE, C. D. Recovery of lotic periphyton communities of disturbance. **Environmental Management**, New York, v. 14, p. 589-604, 1990.

TONETTO, A. F.; CARDOSO-LEITE, R.; PERES, C. K.; BISPO, P. C.; BRANCO, C. C. Z. The effects of habitat complexity and hydraulic conditions on the establishment of benthic stream macroalgae. **Freshwater Biology**, v. 59, p. 1687-1694, 2014.