

Vegetação fluvial na região Cascavel – Guaíra⁽¹⁾

Annete Bonnet^(2,4), Gustavo Ribas Curcio⁽²⁾, Andrea Sene Kodama⁽³⁾, Mauricio Kacharouski⁽³⁾, Dalila Peres de Oliveira⁽³⁾ e Marlon Antonio Debrino⁽³⁾

⁽¹⁾ Trabalho realizado com apoio financeiro da Embrapa, Governo do Estado do Paraná e Itaipu Binacional. ⁽²⁾ Pesquisadores, Embrapa Florestas, Colombo, PR. ⁽³⁾ Técnicos, Fundação de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento (Faped), Sete Lagoas, MG. ⁽⁴⁾ annete.bonnet@embrapa.br

Introdução

A região oeste do Paraná sofreu severo desmatamento em função das atividades de empresas extrativistas e de empresas colonizadoras que comercializaram as terras e incentivaram a implantação de lavouras após a derrubada da vegetação (Maccari, 1999; Priori et al., 2012). O processo teve continuidade com a instituição do “Ciclo dos Grãos” — culturas da soja, trigo e milho (Bragagnolo et al., 1997).

A cobertura florestal da região entre os municípios de Cascavel e Guaíra, atualmente, resume-se a fragmentos com dimensões variadas que entremeiam e circundam áreas agrícolas e pastagens, com estrutura e composição florística profundamente alteradas.

Destaca-se, neste sentido, que a maior continuidade de florestas é observada nas margens de rios da região — as florestas fluviais, com múltiplas funcionalidades ecológicas, únicas barreiras entre os sistemas produtivos e o recurso hídrico e vitais para a sobrevivência. Assim, caracteriza-se a vegetação de margens de rios e de cabeceiras de drenagem da região entre Cascavel e Guaíra, apontando-se relações com fatores geológicos, geomorfológicos e pedológicos.

Vegetação entre Cascavel e Guaíra

A região entre os municípios de Cascavel e Guaíra possui gradientes físico-ambientais importantes, tal como o clima decorrente principalmente de diferenças altimétricas (vide artigo *Caracterização climática da Bacia Hidrográfica Paraná III – BHP III e parte da Bacia Hidrográfica Piquiri – BHP*). Os gradientes climáticos, por sua vez, determinam tênues variações na vegetação, corroboradas por alterações de caráter geológico, geomorfológico e pedológico. Estas diferenças da vegetação são expressas pelo caráter transicional entre duas unidades fitogeográficas: a Floresta Ombrófila Mista (FOM) e a Floresta Estacional Semidecidual (FES).

A FES recobre a região oeste do estado do Paraná, normalmente abaixo de 800 m de altitude, e tem como principal característica fisionômica a semidecidualidade dos estratos superiores, reflexo do repouso fisiológico e queda parcial da folhagem (Leite; Klein, 1990, IBGE, 2012) na estação do ano com menor precipitação pluvial (Roderjan et al., 2002) (Figuras 1A e 1B).

A FES ocorre no Paraná ao longo dos cursos d'água, expressa como floresta fluvial (Roderjan et al., 2002), e em encostas como formação submontana, situada abaixo de 500 m de altitude (IBGE, 2012). A formação Montana, no Paraná, quando não configura um ecótono com a FOM, se assemelha fisionômica, estrutural e floristicamente à formação submontana (Roderjan et al., 2002).

A FOM ocorre em pisos altitudinais mais elevados, entre 800 m e 1.200 m. Essa formação possui composição florística fortemente influenciada pelas baixas temperaturas e ocorrência regular de geadas no inverno, com destaque para a araucária (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze) no estrato superior das florestas (Roderjan et al., 2002).

A vegetação legítima aspectos climáticos, e estes não atuam de forma estagnada e compartimentada (Leite; Klein, 1990). Assim, em correspondência, zonas de transição climática proporcionam ecótonos, ou



Figura 1. Aspecto da Floresta Estacional Semidecidual na Bacia Hidrográfica Paraná III; em relevo da Província Convexada (A); em relevo da Província Patamarizada (B).

seja, áreas de contato entre unidades fitogeográficas que ocorrem no oeste paranaense, entre 500 e 800 m de altitude (Ziller, 1998; Roderjan et al., 2002; Viani et al., 2011; IBGE, 2012) (Figuras 2A e 2B).

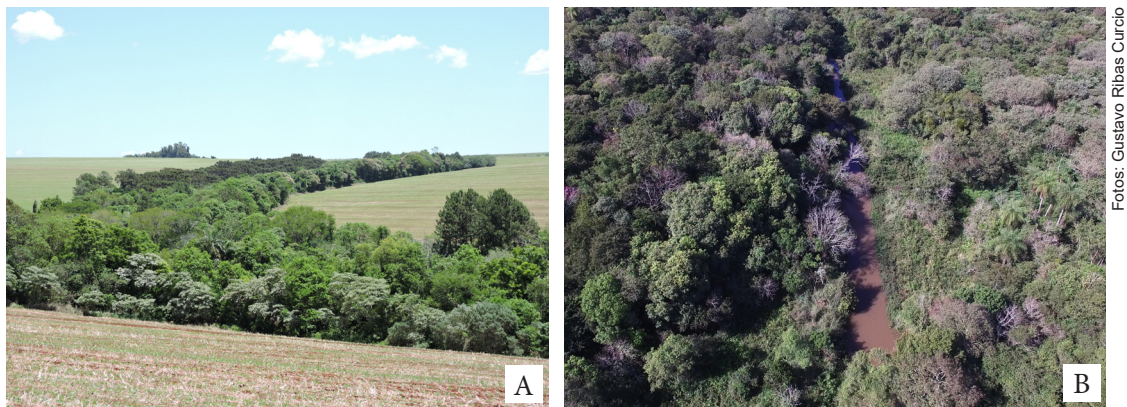


Figura 2. Aspecto da floresta fluvial em região de contato entre unidades fitogeográficas (A e B), na área de abrangência da 1ª Reunião de Correlação e Classificação de Solos e Vegetação Fluvial.

Importante ressaltar que as florestas fluviais que ocorrem nas margens de rios e que se prolongam para as rampas, circundando nascentes inseridas nas cabeceiras de drenagem, representam a única interface entre os sistemas produtivos e o recurso hídrico (Figura 3). São ambientes de extrema fragilidade pela



Fotos: Gustavo Ribas Curcio

Figura 3. Floresta fluvial em cabeceira de drenagem em Província Convexada na área de abrangência da 1ª Reunião de Correlação e Classificação de Solos e Vegetação Fluvial.

íntima relação com as questões hidrológicas, mas também por proporcionarem conectividade estrutural e funcional dos corredores de biodiversidade nas paisagens. São locais de moradia, abrigo e deslocamento de diversos organismos da fauna em uma região onde grande parte das paisagens é ocupada por sistemas de produção de alimentos.

Em levantamento fitossociológico efetuado em 59 florestas de cabeceiras de drenagem (Figuras 4A e 4B), situadas nas rampas convexa-côncava-convergentes entre Cascavel e Palotina (vide artigo *Províncias geomorfológicas da área foco da 1ª RCCSVF: características e funcionalidades*), foi amostrada riqueza menor (138 espécies) que aquela verificada em 63 pontos de amostragem nas margens de rios (151 espécies). O resultado, entre outros fatores, está relacionado com o elevado nível de degradação proporcionado pela presença de voçorocas e pelo soterramento dos solos (Figura 5), além da proximidade com as sedes das propriedades e suas inerentes ações. Nas cabeceiras foi comumente observado o pastoreio irregular,



Figura 4. Ambientes florestais da região da 1ª Reunião de Correlação e Classificação de Solos e Vegetação Fluvial. margem de rio (A); nascente em cabeceira de drenagem (B).

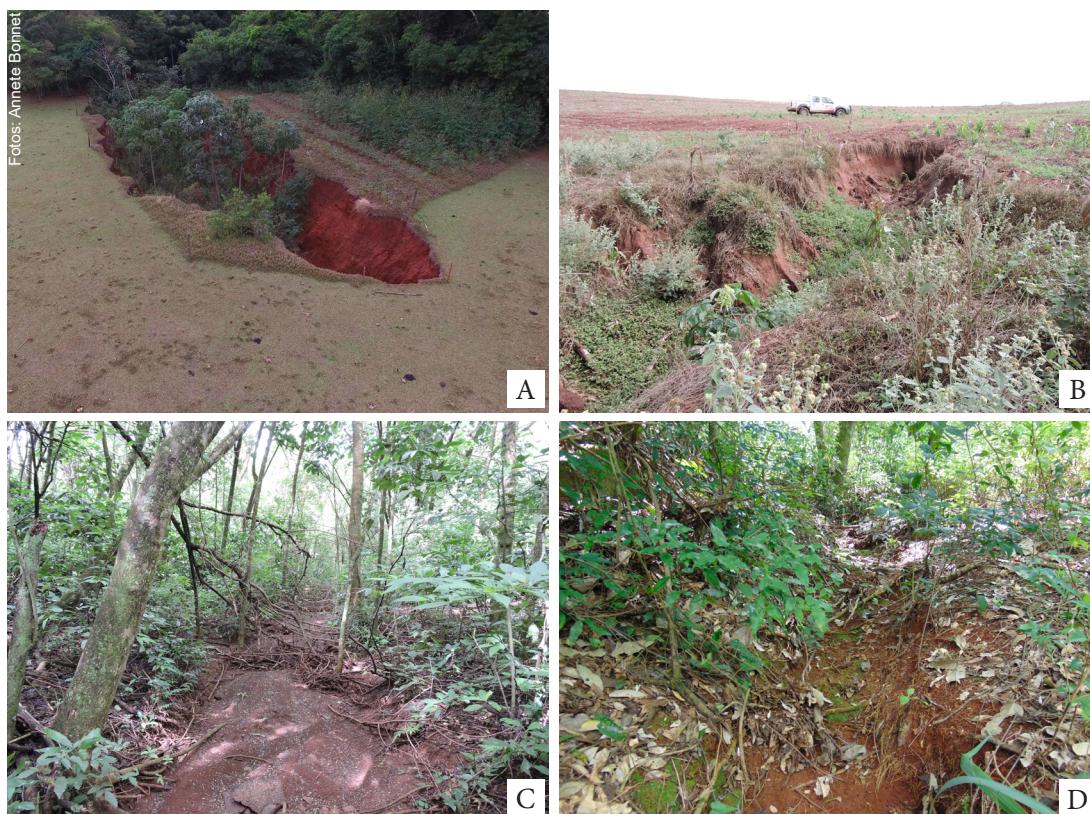


Figura 5. Processos erosivos que afetam as florestas fluviais de planície e de cabeceiras de drenagem. voçoroca ativa em cabeceira de drenagem (A); remonte erosivo em cabeceira de drenagem (B); sulcos de erosão e soterramento do solo (C e D).

resíduos de construção civil e entulhos, embalagens vazias de produtos químicos usados na lavoura, lixo doméstico e escavação de viveiros de criação de peixes etc.

Os levantamentos da vegetação fluvial são parte do projeto PronaSolos PR, realizados na BHP III (Curcio et al., 2023), entre os municípios de Cascavel e Palotina, empregando-se o método de parcelas múltiplas (Mueller-Dombois; Ellenberg, 1974) e registro de variáveis ambientais.

A despeito da baixa diversidade atual (Figuras 6A a 6D), as florestas de margens de rios apresentaram a menor riqueza de espécies exóticas, o que sugere menor intervenção antrópica nestes ambientes. No entanto, destaca-se ainda que a elevada hidromorfia dos solos de planície age como forte agente seletor, além



Figura 6. Espécies arbóreas da região da 1ª Reunião de Correlação e Classificação de Solos e Vegetação Fluvial. *Araucaria angustifolia* (Bertol.)O. Kuntze (A); *Holocalyx balansae* Micheli (B); *Nectandra lanceolata* Nees (C); *Annona sylvatica* A. St.-Hil (D).

das inundações dos rios que, caracteristicamente, se formam em curtos espaços de tempo e com grande volume de água. Esse processo aumenta a quantidade de argila em suspensão nos corpos d'água e, assim, o poder de cisalhamento do caudal fluvial.

As florestas das margens de rios também apresentaram maior riqueza de epífitos vasculares (38 espécies) que as das florestas em cabeceiras de drenagem (18 espécies), em um total de 40 espécies epífitas registradas nas florestas fluviais da região entre Cascavel e Palotina (Figuras 7A a 7F). O resultado confirma o fato de que os epífitos dependem, em grande parte, da maior umidade atmosférica proporcionada pelas

Fotos: Annete Bonnet



Figura 7. Epífitos vasculares registrados na região da 1ª Reunião de Correlação e Classificação de Solos e Vegetação Fluvial. *Trichocentrum pumilum* (Lindl.) M. W. Chase & N. H. Williams (A); *Tillandsia tricholepsis* Baker (B); *Epiphyllum phyllanthus* (L.) Haw. (C); *Thaumatococcus bipinnatifidum* (Schott ex Endl.) Sakur., Calazans & Mayo (D); *Billbergia nutans* (Regel) H. H. Wendl. (E); *Pleopeltis minima* (Bory) J. Prado & R. Y. Hirai e *Pleopeltis pleopeltifolia* (Raddi) Alston (F).

planícies e pelos rios (Gentry; Dodson, 1987), além do menor impacto causado pela supressão de árvores e coleta de plantas, como ocorre nas proximidades das propriedades rurais supracitadas.

De modo geral, a riqueza epifítica não é alta, assim como a ocorrência de indivíduos ao longo do levantamento. Foi comum a leitura de parcelas fitossociológicas sem observar nenhum epífita, sendo que apenas 42% dos pontos apresentaram plantas epifíticas.

A baixa resiliência dos epífitos vasculares na FES é evidente, apesar da existência de florestas secundárias, por vezes com grandes remanescentes arbóreos, o que propicia substrato para estas plantas (Bonnet et al., 2009). Além do baixo número de propágulos, a condição de estacionalidade climática pode ser considerada regente. Períodos com baixa ou nenhuma precipitação pluvial representam forte limitação aos epífitos, diferente das áreas onde as precipitações pluviais são regulares ao longo do ano (Maack, 1981; Gentry; Dodson, 1987).

Vários impactos incidem sobre as florestas fluviais de cabeceiras de drenagem e de rios, pois ambas sofrem os efeitos de borda, considerando seu formato sempre alongado e estreito, onde a zona de contato com os ambientes alterados é muito extensa. Neste sentido, destacam-se os efeitos deletérios de vizinhança com os sistemas produtivos, muitos deles como grandes erosões que adentram as florestas fluviais (Figura 6), provocando a descaracterização dos regimes hídricos dos solos, além do soterramento em diferentes intensidades, processos que alteram a dinâmica sucessional da floresta. A presença de agrotóxicos, não raramente, promove a destruição em faixa das florestas fluviais e, conseqüentemente, do habitat de muitos organismos, situação conflitante para a almejada concepção de sistemas sustentáveis no oeste paranaense (Figura 8).

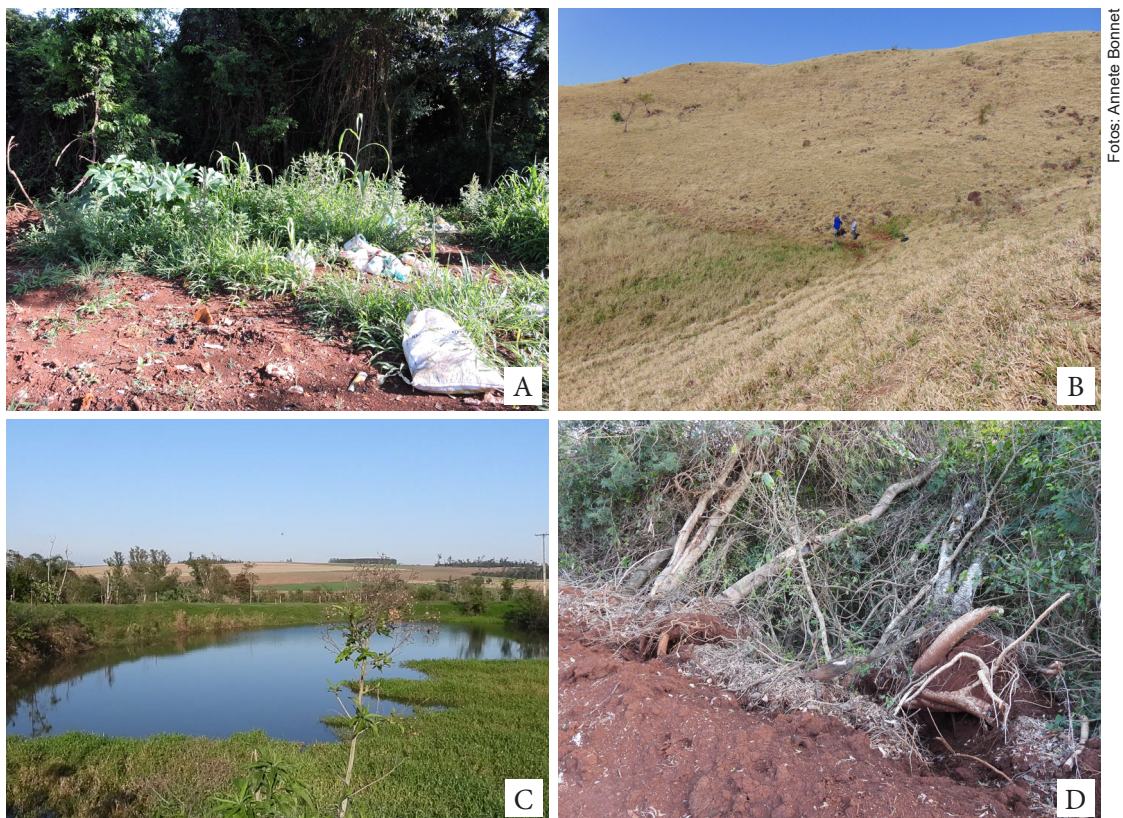


Figura 8. Impactos existentes nas margens de rios e nas cabeceiras de drenagem na região da 1ª Reunião de Correlação e Classificação de Solos e Vegetação Fluvial. Resíduos domiciliares e de lavoura acumulados em floresta de cabeceira de drenagem (A); Supressão total da floresta em cabeceira de drenagem localizada na Província Patamarizada (B); Tanque instalado sobre a surgência hídrica da cabeceira de drenagem (C); Derrubada de árvores na borda da floresta durante o processo de preparo do solo para plantio da lavoura (D).

Geralmente, nas florestas alteradas e nas bordas de fragmentos florestais, a abundância de lianas (Figura 9) é maior, podendo colaborar com processos irreversíveis de degradação estrutural e funcional. As lianas provocam um efeito homogeneizador na fisionomia da floresta, pela cobertura que a malha de ramificações e folhas provoca, revestindo desde as árvores mais altas, até os menores indivíduos arbóreos e arbustivos dos fragmentos. Elas competem por nutrientes do solo, por luminosidade no dossel, além de produzirem muita biomassa, o que aumenta o peso sobre as árvores, causando a morte dessas. Segundo Schnitzer (2005), as lianas têm habilidade em tolerar as condições de deficiência hídrica e aproveitar o aumento da entrada de luz que ocorre periodicamente nas florestas estacionais.

Com os epífitos, as lianas disputam espaço sobre o fuste e ramos, podem impedir sua fixação em função do contato mecânico, prejudicam o crescimento em função do sombreamento e diminuem a sobrevivência pela queda dos galhos que são o suporte destas plantas.



Figura 9. Lianas registradas nas florestas de margem de rio e cabeceiras de drenagem. Elevada biomassa produzida pelas lianas (A); Lianas cobrindo as copas das árvores (B).

Na FES também ocorre grande abundância de lianas em locais onde se estabelecem clareiras, devido ao aumento da luminosidade disponível. Nas planícies, as clareiras podem se formar em função da mudança da saturação hídrica dos solos, pois o excesso de água determina a diminuição da disponibilidade de oxigênio, retardo no crescimento e até a morte dos indivíduos (Medri et al., 2002), o que está relacionado aos regimes hipóxico e anóxico dos solos. Por exemplo, no patamar 600–700 m, próximo ao município de Cascavel, foram registrados nas parcelas sobre Gleissolo Melânico, o total de 114 indivíduos arbóreos pertencentes a apenas sete espécies. A baixa riqueza está relacionada à elevada hidromorfia (vide artigo *Solos da Bacia Hidrografia Paraná III e parte da Bacia Hidrográfica Piquiri*) presente nos primeiros 50 cm de profundidade, revelada pela expressiva gleização e presença de mosqueados (Bouma, 1983; Oliveira, 2008; Curcio et al., 2007). Neste local predominaram a embaúba (*Cecropia pachystachya*), o tapiá (*Alchornea triplinervia* (Spreng.) Müll.Arg.) e o branquilha (*Gymnanthes klotzschiana* Müll. Arg.), todas com mecanismos morfológicos e fisiológicos específicos para sobreviver e crescer em ambientes com baixa disponibilidade de oxigênio para absorção pelas raízes (Kozłowski, 1984; Medri et al., 2002; Barddal et al., 2016).

A identificação da presença da água e, ou da gleização em tradagens são indicativos importantes para caracterizar o regime hídrico dos solos. Mesmo que não seja observada água durante o momento da tradagem, a presença da gleização deve ser avaliada como uma manifestação da presença constante da mesma (Figura 10).



Figura 10. Ambiente de planície fluvial: interbarra, feição típica de margem de rio com água na superfície (A) e amostra de solo em tradagem com mosqueados e gleização, região Cascavel – Palotina (B).

Destaca-se que as florestas fluviais de planícies, assim como aquelas situadas nas cabeceiras de drenagem, em zonas de convergências hídricas, sofrem a pressão da erosão que tem origem nas encostas e que é variável conforme as formas de rampa (vide artigo *Províncias geomorfológicas da área foco da 1ª RCCSVF: características e funcionalidades*). Na Província Convexada (Figura 11), a erosão nas rampas convexa-divergente e convexa-retilínea gera menor pressão que aquelas ocorrendo nas rampas côncavas-convergentes, onde existe uma concentração de fluxo e, assim, exponenciação da descarrega hidrológica e maior tensão



Figura 11. Paisagem com fragmentos de vegetação de encosta e de florestas fluviais em área de contato entre a Província Patamarizada (lado esquerdo) e a Província Convexada (lado direito) na região próxima ao município de Palotina, PR.

Fonte: imagem obtida pelo satélite Maxar, operado pela Codex.

resultante sobre a vegetação. Na Província Patamarizada, por sua vez, a pressão do escoamento da água que atinge a floresta é constante, determinada pelas maiores amplitudes altimétricas, solos mais adelgaçados e maiores declividades médias, resultado do maior grau de dissecação (vide artigo *Solos da Bacia Hidrografia Paraná III e parte da Bacia Hidrográfica Piquiri*).

Em função destas características das rampas, somadas ao manejo dos sistemas de produção, observam-se graves impactos dos processos erosionais iniciados nas encostas (Figura 12). Mesmo que o componente arbóreo esteja presente, é comum a existência de sulcos e até de voçorocas nas florestas fluviais, originados geralmente em função dos sistemas de produção da encosta (vide artigo *Processos erosivos e suas relações com as práticas de manejo e uso do solo*), o que determina a perda de solo nas margens de rios (Figura 12) e nas cabeceiras de drenagem e, conseqüentemente, promovendo forte alteração da vegetação, inclusive das plântulas. Os grandes leques deposicionais de sedimentos sobre os solos das florestas soterram o banco de sementes, prejudicando a emergência das plântulas, além de afetar aquelas já estabelecidas, comprometendo a regeneração da vegetação e de vários outros processos ecossistêmicos.

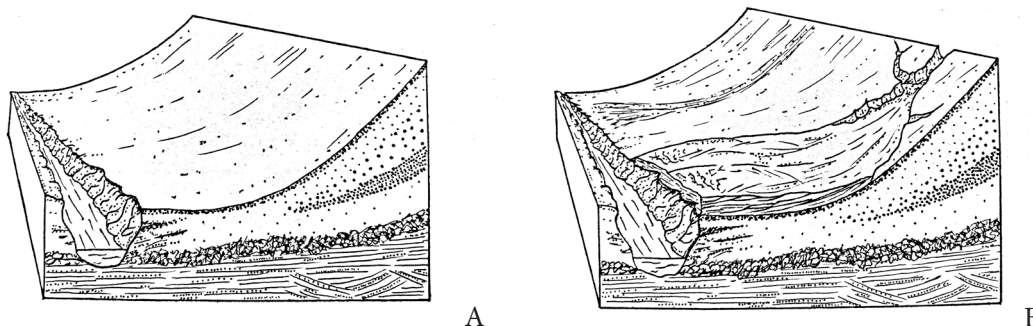


Figura 12. Margem de rio com os solos intactos (A) e com processos erosionais e leques deposicionais sobre o solo original da planície (B).

Ilustração: Gustavo Ribas Curcio.

Ademais, a geração de uma camada de sedimentos sobre o solo original das florestas na planície determina uma volumetria de poros diferente do solo sotoposto. Isto incorre necessariamente na presença de

taxas de infiltração diferenciadas, além de desfavorecer temporariamente a evaporação da água do solo. Assim, o processo enseja a retenção de água por mais tempo no solo, prejudicando a respiração das raízes e, conseqüentemente, propicia a mortalidade de espécies não adaptadas.

A erosão dos solos e o cortejo de conseqüências danosas deste processo, como a alteração dos regimes hídricos dos solos, o seu soterramento, a eutrofização dos corpos d'água, entre outras, estão entre os impactos mais comuns e severos observados nas florestas fluviais e rios da região. As erosões da encosta, além de promoverem a deposição de sedimentos nas planícies, também provoca o entulhamento dos leitos dos rios (Figura 13). Estes impactos resultam em supressão total ou parcial da floresta, de modo imediato ou gradual, com perdas importantes para todos os ecossistemas associados. Deste modo, é fundamental que ocorra a infiltração da água ao longo da encosta, diminuído a concentração do fluxo e o impacto sobre as florestas.

Com o preenchimento do leito fluvial, mesmo que não integral, ocorre uma alteração expressiva do nível do lençol freático na planície (Figura 13). Tanto nas margens como no próprio leito, o nível do lençol sobe da posição original (NF1), para próximo da superfície (NF2), em correspondência ao grau e a velocidade de assoreamento. Não raramente, verifica-se uma ascendência do freático ao nível NF3, quando se verifica o colapso total da vegetação arbórea e a predominância do componente herbáceo. Concomitantemente a esse processo, ocorre uma transformação de solos anteriormente não hidromórficos, onde uma grande diversidade de árvores pode se estabelecer e desenvolver, para solos semi-hidromórficos e até hidromórficos, impondo as restrições da falta de oxigênio para as raízes das plantas.

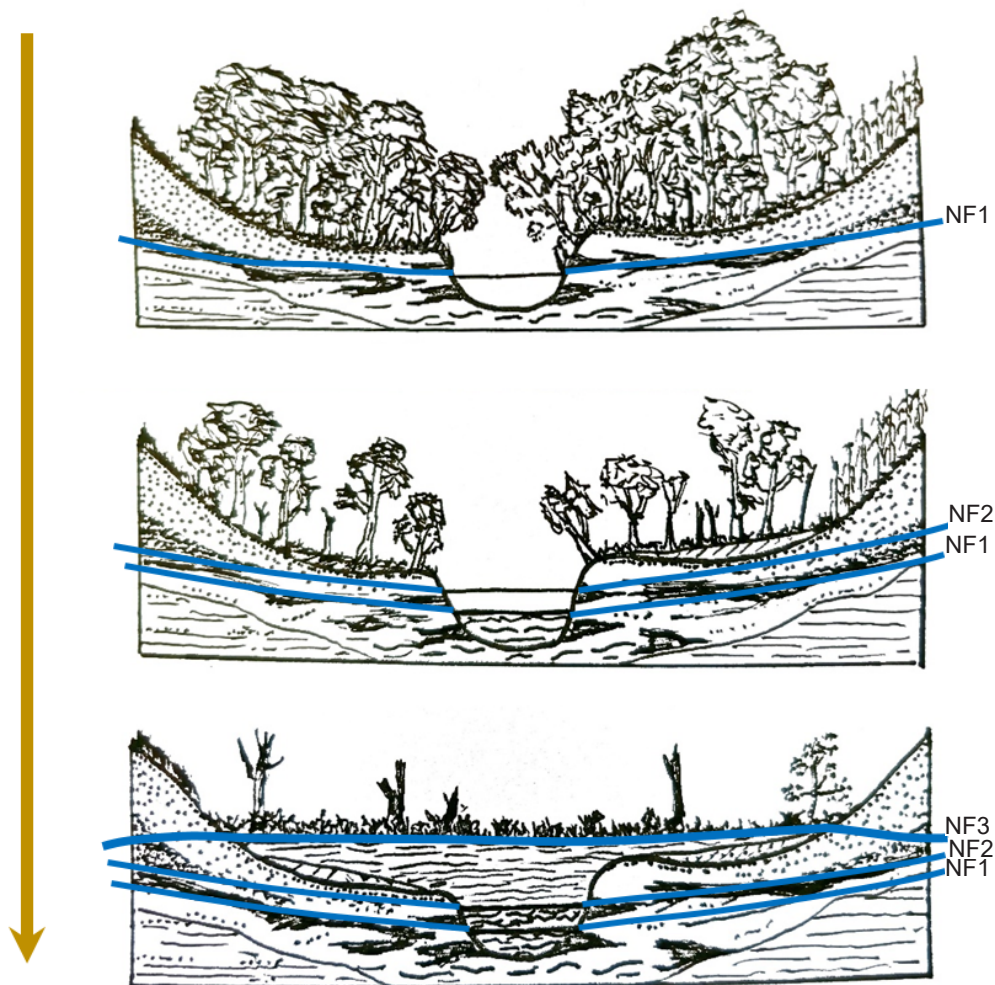


Figura 13. Processo de ascensão do nível do lençol freático (NF1, NF2 e NF3 –linhas azuis) por soterramento da planície e do leito do rio e subsequente morte das árvores, considerando as alterações ao longo do tempo (de cima para baixo).

Ilustração: Gustavo Ribas Curcio.

Desse modo, o entulhamento das planícies pelos sedimentos provenientes dos solos das encostas (vide artigo *Processos erosivos e suas relações com as práticas de manejo e uso do solo*) não representa apenas a perda de solo para o agricultor, mas também a destruição das florestas fluviais pela mortalidade das árvores que normalmente ocupam as margens dos rios. Essas espécies que ocupam os solos de planície vão sendo gradualmente impactadas pela falta de oxigênio, devido à condição de hidromorfia dos solos, atingindo o seu ápice com a total substituição por plantas herbáceas (poáceas, ciperáceas, etc.) de crescimento intenso. Na região Cascavel – Guaíra, essas herbáceas são comumente pertencentes às espécies exóticas invasoras, que crescem sobre os sedimentos depositados e, ao longo do tempo, cobrem o leito do rio. A densa cobertura diminui a velocidade do caudal fluvial e, assim, proporciona ainda mais anoxia ao ambiente ripário.

O aspecto das planícies soterradas, por meio de imagens aéreas e até in loco, pode sugerir equivocadamente ambientes conservados (Figura 14), que manteriam as funções ecológicas relacionadas com essas paisagens. No entanto, a grande mortalidade de árvores, a substituição de espécies, o crescimento excepcional de plantas herbáceas, com ocultamento do leito do rio e, ainda, o aumento de áreas com solos hidromórficos nas margens, modificam totalmente os processos ecológicos das planícies fluviais.

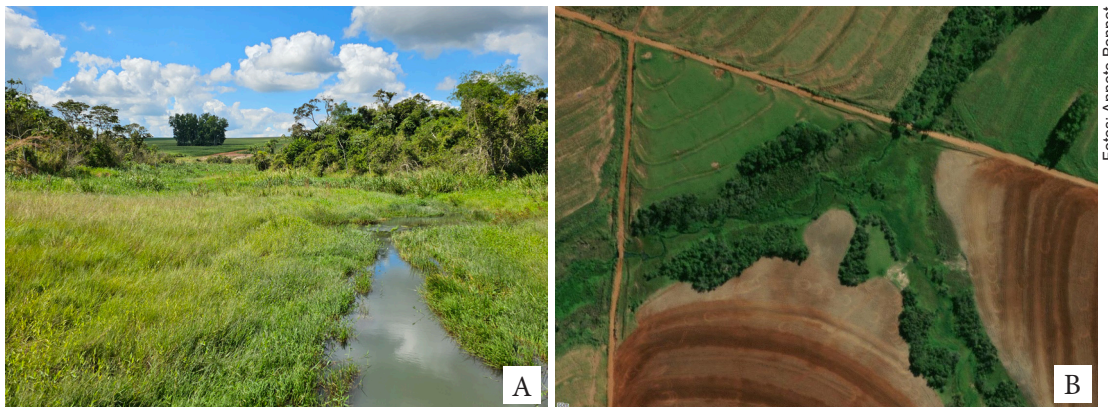


Figura 14. Planície e leito do rio soterrados com sedimentos provenientes da erosão da encosta e subsequente morte das árvores.

Fonte: imagem obtida pelo satélite Maxar, operado pela Codex.

As voçorocas observadas nas florestas fluviais podem ter duas dinâmicas iniciais distintas. A primeira, mais comum, com sua origem no sistema produtivo à montante, e seu caudal, atualmente magnificado, transpassando a faixa de vegetação à jusante até atingir o rio ou a própria cabeceira de drenagem. A segunda, em que o caudal de escoamento promove incisão na margem do rio, ou na cabeceira de drenagem, e remonta fortemente em direção à floresta fluvial, esse último caso muito comum nas rampas de conformação convexo-côncava-convergente, onde se estabelecem as linhas de convergência hídrica (vide artigo *Províncias geomorfológicas da área foco da 1ª RCCSVF: características e funcionalidades*). Grande parte dos cursos d'água de primeira ordem, lamentavelmente, ocorre atualmente em voçorocas, o que se deve à magnitude dos escoamentos superficiais originados em solos compactados à montante, em sistemas de produção (vide artigos *Uso e manejo do solo em sistemas de produção agropecuários nas regiões oeste e noroeste do Paraná* e *Processos erosivos e suas relações com as práticas de manejo e uso do solo*).

Ao longo das voçorocas e áreas circundantes, ocorre a alteração do regime hídrico dos solos em função do rebaixamento do lençol freático. Funcionando como um grande dreno, a presença de voçorocas dentro das florestas fluviais determina a mudança da composição florística, pois espécies mais exigentes quanto à umidade são substituídas por outras espécies, alterando funções ecológicas importantes. Como exemplo, o branquilha, espécie arbórea importante para a alimentação de peixes, ocorre em alta densidade sobre solos hidromórficos e semi-hidromórficos de florestas fluviais, o que muda de forma expressiva com a alteração do regime hídrico do solo.

A floresta também tem um papel importante como barreira física para a retenção de sedimentos e colóides derivados da erosão hídrica proveniente dos solos de encosta, além de minimizar a intensidade do impacto da gota sobre o solo.

Considerando a fase do transporte de sedimentos, destaca-se que essa é tanto menor quanto mais densa a vegetação que recobre e protege o solo. A vegetação diminui a velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície e utilizá-la para tal fim é um dos princípios básicos da sua conservação (Bertoni; Lombardi Neto, 2017), além de vários outros benefícios. Neste contexto, considera-se que, quanto maior a área preenchida pelo colo da árvore, parâmetro que deu origem ao coeficiente de rugosidade (Figuras 15A e 15B), mais eficiente será a retenção de sedimentos e colóides provenientes de processos erosivos.



Figura 15. Funcionalidade das árvores na retenção de sedimentos. aspecto do colo de *Nectandra lanceolata* (A); solo de encosta na margem de rio com sedimentos retidos pelas árvores (B).

Neste sentido, calculou-se o coeficiente de rugosidade das espécies (CRE), considerando-se as classes diamétricas das árvores amostradas (Tabela 1). Quanto maior o CRE, obtido pelas médias da razão entre os perímetros dos colos (zona de início das raízes) e os perímetros na altura do peito – 1,3 m (DAP) dos indivíduos da espécie, mais o formato geral da planta se aproxima da forma de um trapézio.

Tabela 1. Espécies arbóreas com coeficientes de rugosidade iguais ou maiores que 1,80 e respectivos desvios padrão, organizadas em classes diamétricas, da região Cascavel - Palotina.

Espécie	Coeficiente de rugosidade				
	Classe diamétrica (cm)				
	0–9	10–19	20–29	30–39	40–49
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	2,28 ± 1,02	–	–	–	–
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	2,05 ± 0,83	2,01 ± 0,67	2,01 ± 0,81	2,51 ± 1,24	–
<i>Styrax leprosus</i> Hook. & Arn.	1,95 ± 0,57	1,53 ± 0,30	–	–	–
<i>Solanum pseudoquina</i> A. St.-Hil.	1,91 ± 0,53	1,88 ± 0,46	–	–	–
<i>Annona neosalicifolia</i> H. Rainer	1,89 ± 0,86	1,33 ± 0,07	–	–	–
<i>Aegiphila brachiata</i> Vell.	1,87 ± 0,57	–	–	–	–
<i>Inga vera</i> subsp. <i>affinis</i> (DC.) T. D. Penn.	1,86 ± 0,82	–	–	–	–
<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	1,84 ± 1,05	–	–	–	–
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	1,70 ± 0,34	1,64 ± 0,43	1,48 ± 0,34	1,62 ± 0,23	1,83 ± 0,74
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	1,64 ± 0,28	1,80 ± 0,57	–	–	–
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	1,56 ± 0,31	1,44 ± 0,23	1,85 ± 0,52	1,70 ± 0,35	1,68 ± 1,04
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O. Berg	1,55 ± 0,41	1,63 ± 0,76	1,90 ± 0,85	–	–
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	1,44 ± 0,30	1,40 ± 0,41	1,85 ± 0,30	1,40 ± 0,41	–
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	–	1,53 ± 0,33	1,87 ± 0,65	–	–

Espécies com alto coeficiente de rugosidade são mais indicadas para plantios no final de encostas e nas planícies, auxiliando na contenção da enxurrada e, conseqüentemente, favorecendo a retenção de íons provenientes de processos erosivos, que alcançam os fragmentos florestais que circundam cabeceiras de drenagem e cursos d'água (Bonnet et al., 2020).

Espécies registradas nos levantamentos fitossociológicos como *Jacaratia spinosa*, *Cecropia pachystachya* e *Styrax leprosus* apresentaram altos CREs, qualificando-as para plantio em áreas como as florestas fluviais de margens de rios e florestas de cabeceiras de drenagem. Outras espécies alcançam CREs mais altos quando crescem, se desenvolvem e atingem maiores diâmetros, como *Parapiptadenia rigida* e *Campomanesia xanthocarpa*.

Discute-se a eficiência de estratégias para diminuir a chegada de sedimentos nos cursos d'água, mas não existe solução única e exata. É importante frisar que o excesso de sedimentos e conseqüente soterramento do colo da árvore implicará prejuízo para algumas plantas, com possibilidade de morte. Portanto, é fundamental o manejo dos solos e dos sistemas produtivos à montante da floresta.

Partindo-se dos CREs, chega-se à rugosidade da floresta (RF) no sentido de compreender a eficiência do conjunto de árvores na retenção de sedimentos, calculado pela somatória dos perímetros dos caules nos colos de todos os indivíduos arbóreos amostrados em cada ponto amostral, projetados para um hectare (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de rugosidade da floresta em 122 pontos de amostragem em rios e em cabeceiras de drenagem entre Cascavel e Palotina, organizados por patamares altitudinais.

Patamar altitudinal (m)	Posição da floresta	Rugosidade da floresta (m/ha ⁻¹)		
		Máximo	Mínimo	Médio
600–700	rio	1.847,0	741,7	1.108,1
	cabeceira	1.530,7	721,3	1.130,4
500–600	rio	1.387,3	115,0	905,8
	cabeceira	2.175,0	228,2	970,6
400–500	rio	1.747,0	369,5	1.071,3
	cabeceira	1.643,0	233,0	887,2
300–400	rio	1.626,0	64,0	855,6
	cabeceira	2.010,6	528,6	1.092,4
200–300	rio	1.336,0	500,0	1.071,9

Os valores quantificam o potencial de barramento proporcionado pelas árvores no chão da floresta, promovendo rugosidade para a água e para sedimentos e colóides transportados pela erosão. Os valores calculados de RFs demonstram grandes variações entre as florestas de rios e de cabeceiras de drenagem, independente do patamar altitudinal. As variações estão relacionadas com a quantidade de indivíduos arbóreos existentes na floresta, mas também estão relacionadas com o tamanho dos perímetros das bases das árvores ou, ainda, com ambas as variáveis. Assim, considera-se que, quanto maior a quantidade de árvores na floresta e, ou quanto maior o tamanho das bases das árvores, maiores serão os obstáculos e as probabilidades de retenção da água, sedimentos e colóides oriundos dos solos das encostas.

Os valores mais baixos de RFs também indicam o potencial e a necessidade de recomposição e enriquecimentos das florestas fluviais que, de modo geral, estão bastante degradadas. A recomposição, por exemplo, poderia ser feita com o plantio de árvores com altos CREs (Tabela 1), o que proporcionaria maior segurança hidrológica ao ambiente fluvial. Esta ação é mais urgente nas rampas onde existe concentração de fluxo, como as côncavas-convergentes, onde há maior tensão resultante sobre a vegetação e maior possibilidade de intensificação dos processos erosivos (vide artigo *Províncias geomorfológicas da área foco da 1ª RCCSVF: características e funcionalidades*).

Além da floresta propriamente dita, é importante considerar a borda, ou seja, a zona de contato da floresta com a lavoura, que pode funcionar como uma barreira para os sedimentos da erosão originada nos sistemas produtivos. A presença de renques (= barreiras vivas, faixas e cordões vegetados) de gramíneas, plantadas ou oriundas de regeneração, é muito efetiva nesta posição da rampa. Grande parte das gramíneas forma densos agrupamentos em função dos hábitos de crescimento rizomatoso e estolonífero, o que

representa rugosidade, portanto, obstáculos para o escoamento, com a possibilidade de escolha da espécie pelo produtor em coerência com as demandas de consumo na propriedade rural. Em especial, o uso de gramíneas é recomendado para paisagens com solos rasos. Além de gramíneas, podem ser plantadas árvores do gênero *Ficus* que, caracteristicamente, formam raízes tabulares robustas que representam obstáculos efetivos para a enxurrada provinda da encosta. Sugere-se, ainda, a construção de terraços para a contenção do escoamento na posição mais inferior da encosta, com o objetivo de criar mais uma barreira de proteção para as florestas (vide artigo *Processos erosivos e suas relações com as práticas de manejo e uso do solo*). Essa ação é especialmente importante no caso de rampas côncavas-convergentes, onde existem as cabeceiras de drenagem e onde há convergência de fluxos hídricos superficiais (vide artigo *Províncias geomorfológicas da área foco da 1ª RCCSVF: características e funcionalidades*). Naquelas cabeceiras onde já existem voçorocas ativas, a instalação de terraços do tipo murundum em desnível pode ajudar a evitar o avanço da erosão devido à mudança da saturação hídrica do solo, considerando-se, no entanto, a necessidade de planejamento para construção de canal escoadouro vegetado.

Por outro lado, o preparo da lavoura e a manutenção de estradas adjacentes às florestas são igualmente importantes, pois se realizados sem os devidos cuidados (Figura 8D) mobilizam o solo, provocando a incorporação de mais sedimentos no piso da floresta, determinando danos à regeneração da vegetação.

Considerações finais

Tendo-se em conta as funções ecológicas, especialmente a segurança hidrológica, destaca-se que, além da qualidade da floresta, é fundamental que os sistemas produtivos das encostas contenham múltiplas práticas conservacionistas (vegetativas e mecânicas), aplicadas simultaneamente, além de usos compatíveis ao potencial dos solos. É impreterível que os sistemas de produção sejam vistos no contexto da paisagem, levando-se em consideração que os produtos não são apenas aqueles que podem ser comercializados ou consumidos, mas também aqueles que deixam de ser produzidos em função da degradação ambiental e aqueles que se perdem por escoamento pela encosta em direção aos ambientes fluviais. Somente assim, com a visão integrada da paisagem, as florestas de margens de rios e de cabeceiras de drenagem poderão perdurar e auxiliar na construção de ambientes realmente sustentáveis, onde a produção esteja incorporada ao pleno exercício das funções ecológicas dos ambientes fluviais.

Referências

- BARDDAL, M. L.; CURCIO, G. R.; BONNET, A. **Relação entre umidade do solo e distribuição de árvores do Rio Iguaçu: a importância do relevo, tipo de solo e saturação hídrica na dinâmica de ocupação arbórea das margens de rios**. [S.l.]: Novas Edições Acadêmicas, 2016. 162 p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 10. ed. São Paulo: Ícone, 2017. 392 p.
- BONNET, A.; LAVORANTI, O. J.; CURCIO, G. R. Epífitos vasculares no Corredor de Biodiversidade Araucária, bacia do rio Iguaçu, Paraná, Brasil. **Cadernos de Biodiversidade**, v. 6, n. 2, p. 49-70, 2009.
- BONNET, A.; CURCIO, G. R.; CAVIGLIONE, J. H.; KACHAROUSKI, M.; PETRY, A. L.; DEBRINO, M. A.; BRUSTOLON, R.; KODAMA, A. **A vegetação nos aldeamentos indígenas Tekoha Añetete e Tekoha Itamarã, Diamante d'Oeste, Paraná**. Colombo: Embrapa Florestas, 2020. 60 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 337).
- BOUMA, J. Hydrology and soil genesis of soils with aquic moisture regimes. In: WILDING, L. P.; SMECK, N. C.; HALL, G. F. **Pedogenesis and soil taxonomy: concepts and interactions**. Amsterdam: Elsevier Science, 1983. p. 253-281.
- BRAGAGNOLO, N.; PAN, W.; THOMAS, J. C. **Solo: uma experiência em manejo e conservação**. Curitiba, 1997. 102 p.
- CURCIO, G. R.; SOUSA, L. P. de; BONNET, A.; BARDDAL, M. L. Recomendação de espécies arbóreas nativas, por tipo de solo, para recuperação ambiental das margens da Represa do Rio Iraí, Pinhais, PR. **Floresta**, v. 37, n. 1, p. 113-122, 2007.
- CURCIO, G. R.; BONNET, A.; OLIVEIRA, D. P. de; FERIANI, L. M.; QUEIROZ, L. H. R. de; CAVIGLIONE, J. H. **Proposta metodológica para levantamentos interativos de solos e de vegetação no Paraná**. Colombo: Embrapa Florestas, 2023. (Embrapa Florestas. Documentos, 387).

GENTRY, A. H.; DODSON, C. H. Diversity and Biogeography of Neotropical Vascular Epiphytes. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 74, p. 205-233, 1987.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro, 2012. 271 p. (Manuais técnicos de geociências, 1).

KOZLOWSKI, T. T. Plant responses to flooding of soil. **Bioscience**, v. 34, p.162-167, 1984.

LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. **Geografia do Brasil**: vol. 2: Região Sul. Rio de Janeiro, IBGE, 1990.

MAACK, R. **Geografia física do estado do Paraná**. 2. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1981.

MACCARI, N. S. K. **Migração e memórias**: a colonização do oeste paranaense. 1999. 217 f. Dissertação (Mestrado em História) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; COLLI, S.; MÜLLER, C. Estudos sobre tolerância ao alagamento em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A.; PIMENTA, J. A. **A bacia do rio Tibagi**. Londrina, 2002. p.133-172.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: J. Willey & Sons, 1974. 547 p.

OLIVEIRA, B. J. **Pedologia aplicada**. 3. ed. Piracicaba: FEALQ, 2008. 574 p.

PRIORI, A.; POMARI L. R.; AMÂNCIO, S. M.; IPÓLITO, V. K. A história do Oeste Paranaense. In: PRIORI, A.; POMARI L. R.; AMÂNCIO, S. M.; IPÓLITO, V. K. **História do Paraná**: séculos XIX e XX. Maringá: Eduem, 2012. p. 75-89.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACK, G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, v. 24, p. 75-92, 2002.

SCHNITZER, S. A. A mechanistic explanation for global patterns of liana abundance and distribution. **The American Naturalist**, v. 166, p. 262-276, 2005.

VIANI, R. A. G.; COSTA, J. C.; ROZZA, A. F.; BUFO, L. V. B.; FERREIRA, M. A. P.; OLIVEIRA, A. C. P. Caracterização florística e estrutural de remanescentes florestais de Quedas do Iguaçu, Sudoeste do Paraná. **Biota Neotropica**, v.11, p. 115-128, 2011.

ZILLER, S. R. **Avaliação ecológica rápida do Parque Nacional do Iguaçu**. Curitiba: IBAMA/ FUPEF, Curitiba, 1998.