



27

**Bioeste Florestas:
Parceria voltada ao
desenvolvimento de
tecnologias para os
segmentos de florestas
energéticas e de integração
lavoura-pecuária-florestas
(ILPF), no oeste do Paraná**

João Bosco Vasconcellos Gomes

Introdução

A região oeste do Paraná apresenta grande volume de produção de grãos, uma resultante da associação entre terras de bom potencial de uso agrícola e sistemas de manejo com elevado desenvolvimento tecnológico. As terras de maior potencial da região estão, em grande parte, concentradas nos 28 municípios formadores da Bacia do Paraná 3 (BP3) mais o município de Palotina, que ocupam uma área de 14,7 mil km², sendo que o perímetro desses 29 municípios define a área de atuação dos estudos espaciais do Projeto Bioeste Florestas. A importância estratégica da região oeste do Paraná na produção de grãos advém da sua importância à cadeia de produção de proteína animal e gera uma grande utilização de biomassa florestal na secagem de grãos, nas caldeiras das agroindústrias, no aquecimento de aviários e em outras atividades do agronegócio que necessitam de energia térmica, principalmente nas estruturas das cooperativas e das agroindústrias (Relatório..., 2014, 2016).

Essa grande demanda por madeira contrasta com a baixa tradição da região em sistemas silviculturais, principalmente comparada com outras regiões do Estado e da região Sul como um todo, de grande tradição em florestas plantadas. A atual área plantada de eucalipto nos municípios formadores da BP3 e Palotina é de aproximadamente 8.000 ha (estimativa baseada em dados não publicados do Centro Internacional de Hidroinformática e em Eisfield e Nascimento, 2015). Considerando as diferentes fontes de consumo de biomassa florestal nesse mesmo perímetro, a estimativa de déficit de área de plantio de eucalipto (a partir de estudo de oferta e demanda ainda em construção pelo Projeto Bioeste Florestas) é estimada em mais de 10.000 ha. Dessa forma, pode-se observar como a região carece de um planejamento estratégico da cadeia produtiva de biomassa, com forte dependência da produção de outras regiões para a aquisição deste biocombustível, estratégico para o setor agroindustrial.

Outro aspecto relevante tem origem na conversão da produção de grãos em proteína animal, principalmente pela suinocultura, atividade que gera grande quantidade de dejetos líquidos e cujo destino é um problema real na região, pelo seu forte poder de contaminação fluvial. Tal contaminação pode facilitar a proliferação de algas e, em escala muito elevada, prejudicar a eficiência da Usina Hidrelétrica de Itaipu Binacional. Neste contexto, a aplicação controlada dos dejetos como insumo nos povoamentos comerciais de eucalipto atua em diferentes frentes: melhora a sustentabilidade da atividade, repondo nutrientes do solo exportados pela colheita da madeira; apresenta baixo custo de frete, desde que utilizado em plantios florestais próximos às fontes do dejetos; e representa uma destinação de baixo risco ambiental.

Para trabalhar essas questões, o Projeto Bioeste Florestas foi concebido por meio da parceria realizada entre Itaipu Binacional, CIBiogás e Embrapa Florestas, posteriormente recebendo a adesão da C.Vale e do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-PR) como parceiros estratégicos à sua execução, contando também com

a participação de outros parceiros locais, principalmente de cooperativas e agroindústrias. O projeto está focado na importância de fomentar a produção de florestas energéticas não só para os municípios da BP3, mas também para o restante da região oeste do Paraná. O objetivo geral do projeto é gerar competitividade das cadeias produtivas das espécies florestais introduzidas (eucaliptos) no oeste do Paraná, por meio do teste, validação e integração de tecnologias, com o intuito de garantir a oferta de biomassa florestal necessária às demandas regionais de energia térmica.

Este capítulo descreve as ações em andamento do Projeto Bioeste Florestas, após aproximadamente dois anos e meio do início de sua execução, apresentando resultados de avaliações da produtividade de eucalipto de plantios comerciais e de experimentos implantados em fase pré-projeto e as perspectivas para os próximos anos do projeto.

Ações de modelagem do potencial silvicultural das terras do oeste do Paraná

As várias metas que trabalham com informações espaciais têm, como perímetro de seus estudos, o conjunto das terras dos municípios da BP3 mais Palotina (Figura 1). Os produtos a serem gerados visam o planejamento regional da atividade. Para isso, são disponibilizadas informações de aptidão das terras para o plantio de eucalipto (a partir de informações de solos, clima e dos sistemas de produção de interesse) e desenvolvidos módulos específicos de software de produtividade florestal para a região.

Do ponto de vista do meio físico, o projeto trabalha gerando informações espaciais de clima e solos para a atividade silvicultural. O mapa de solos da região foi atualizado (Bognola et al., 2018), com um forte investimento na determinação da retenção de água das principais classes de solos de ocorrência. As informações de clima, já finalizadas, envolveram as ‘Cartas Climáticas dos Municípios da Bacia do Paraná 3’, com a elaboração de planos de informações climáticas (Wrege et al., 2018a); do balanço hídrico para o eucalipto, na escala temporal decenal, incluindo o risco de déficit hídrico (exemplo na Figura 2); e o Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos para *Eucalyptus grandis*, *E. benthamii* e o híbrido “urograndis” (*E. urophylla* x *E. grandis*) (Wrege et al., 2018b).

O mapa de “Aptidão das terras para o cultivo do eucalipto nos municípios da BP3 e Palotina” foi finalizado e está disponível na plataforma Geoinfo da Embrapa (Figura 3). Para a sua execução foram utilizadas as informações espaciais de clima e solos geradas pelo próprio projeto, além da definição do sistema de produção de eucalipto, considerando um nível tecnológico empresarial regional.

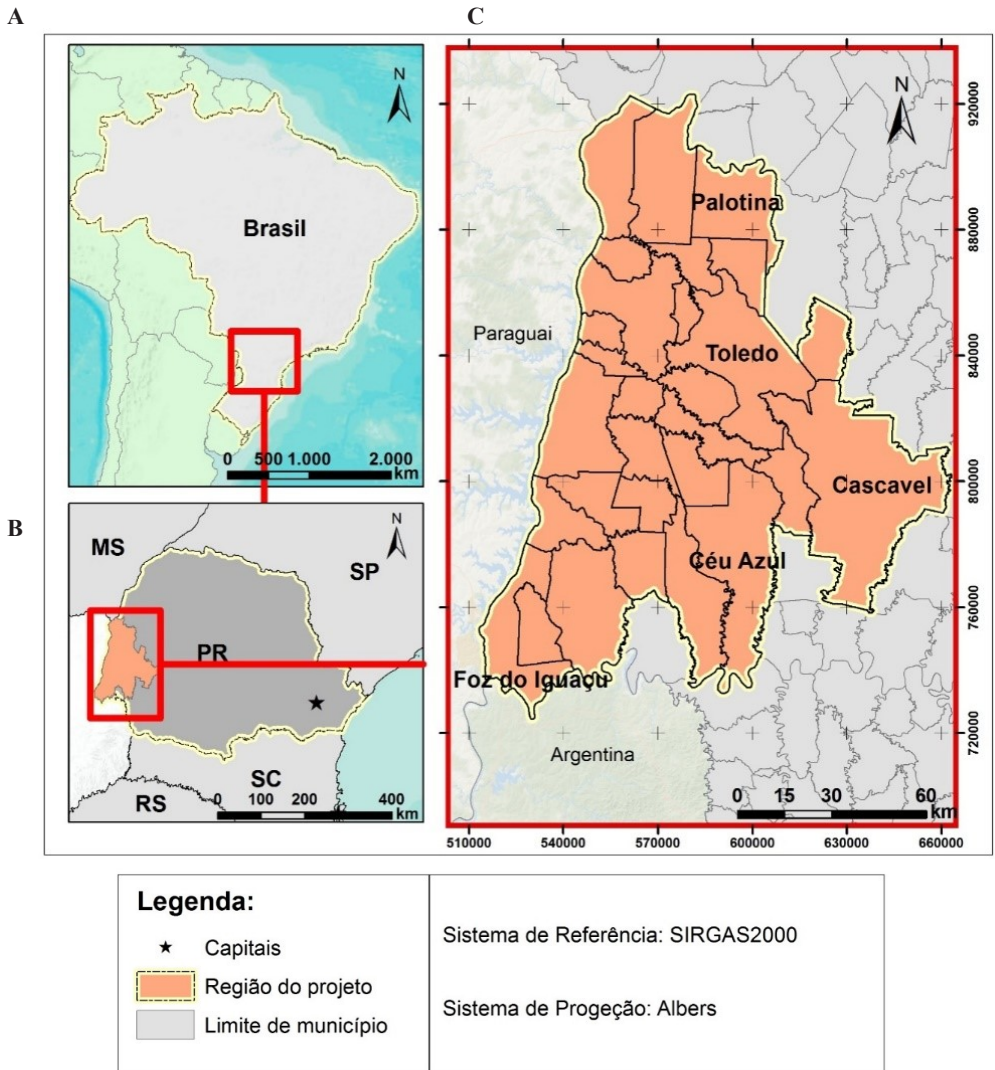


Figura 1. Localização do estado do Paraná no Brasil (A) e da área de estudo (BP3 mais o município de Palotina) no estado do Paraná (B) e mapa da área de estudo com coordenadas e municípios vizinhos (C).

Fonte: Bognola et al. (2018).

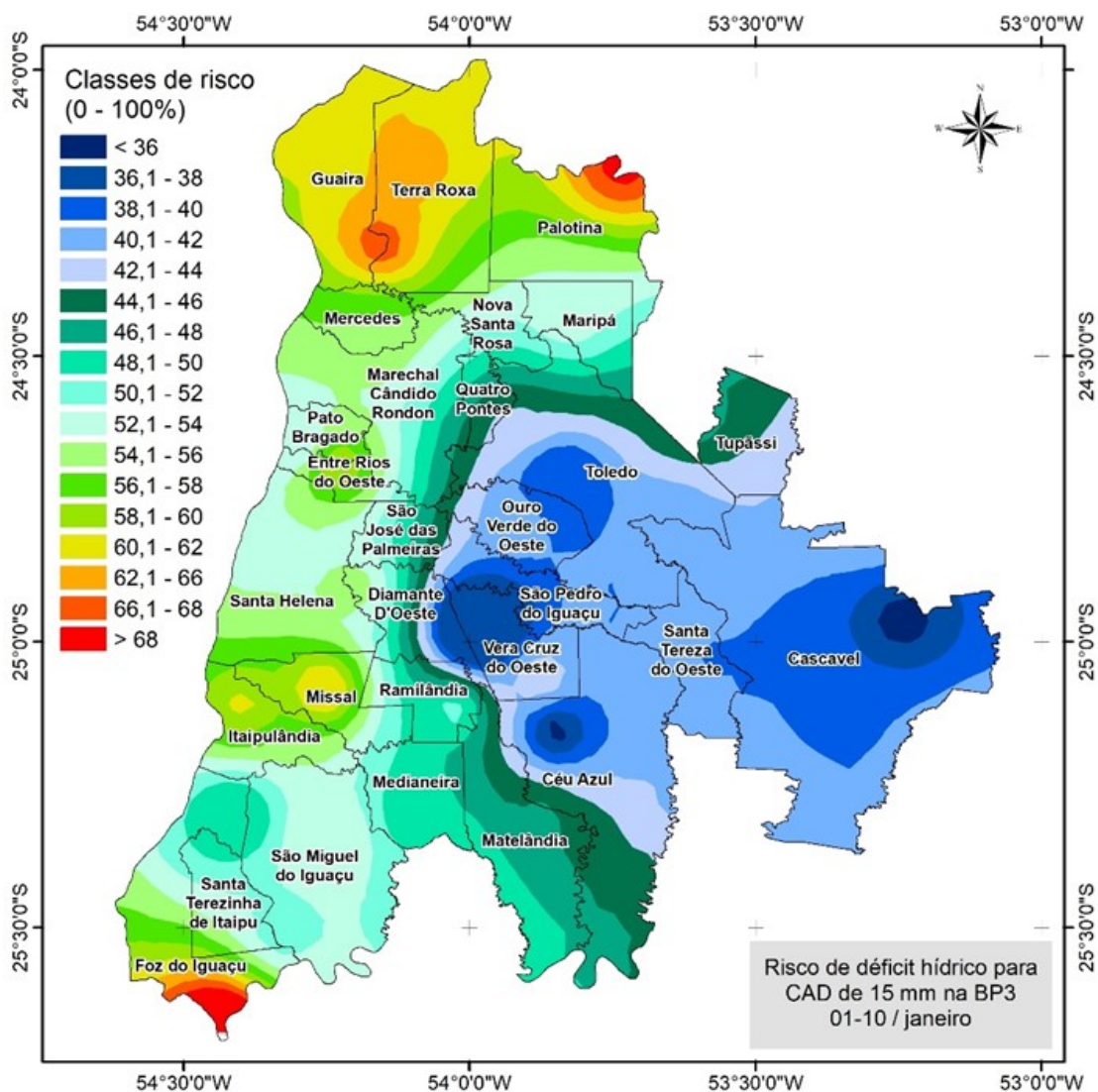
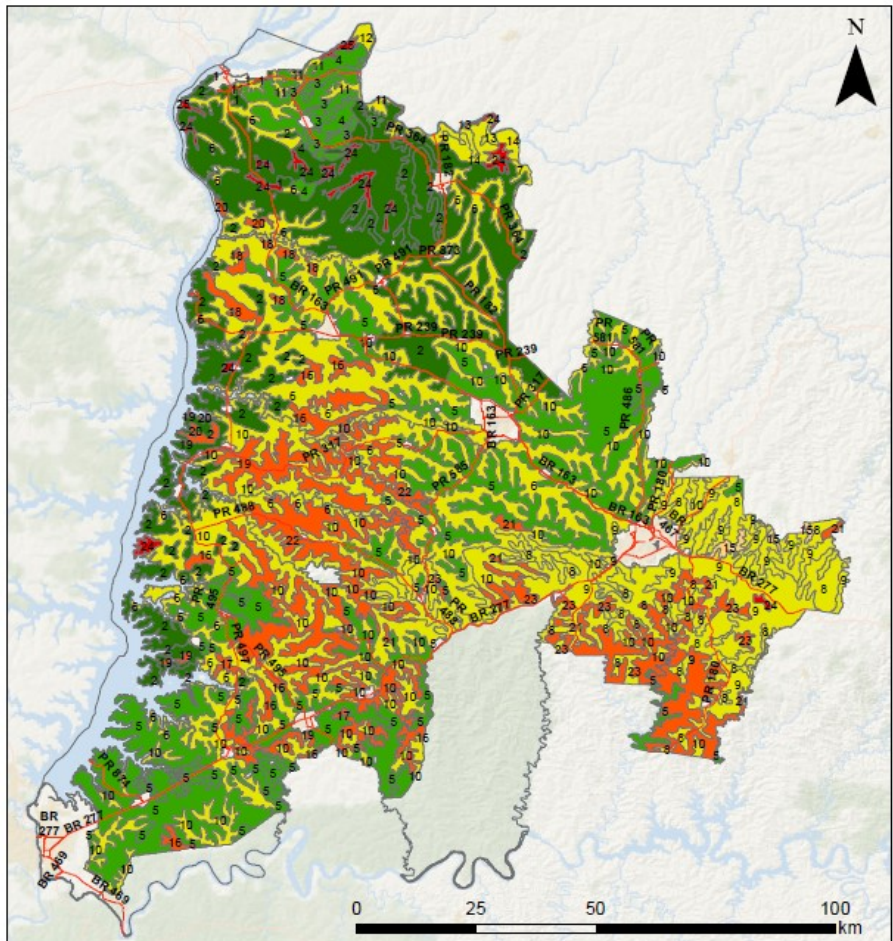


Figura 2. Risco de déficit hídrico na Bacia do Paraná 3 - primeiro decêndio de janeiro, considerando capacidade de armazenamento de água no solo constante de 15 mm.

Fonte: Wrege et al. (2018a).



| Símbolo Classe C1 | | | |
|-------------------|----------------------|--|------------------------|
| | 1 - AS /r-s (5) | | 7 - RS (h)/r-o (1) |
| | 2 - AS /r-s (37) | | 8 - RS G/r-o (24) |
| | 3 - AI (h)/a/m-s (7) | | 9 - RS G/r-s (19) |
| | 4 - AI (h)/m-s (4) | | 10 - RS g/r-r-o (77) |
| | 5 - AI g/r-s (83) | | 11 - RS f(h)/a/m-o (7) |
| | 6 - RS /r-o (27) | | 12 - RS f(h)/a/m-s (1) |
| | | | 13 - RS h/a/m-s (2) |
| | | | 14 - RS h/m-s (2) |
| | | | 15 - RI G/r-r-o (3) |
| | | | 16 - MA hg/r-f (9) |
| | | | 17 - MA hG/r-f (2) |
| | | | 18 - MA h/r-f (8) |
| | | | 19 - MA Hg/r-f (8) |
| | | | 20 - MA H/r-f (5) |
| | | | 21 - MA (h)g/r-f (7) |
| | | | 22 - MA (h)/r-f (2) |
| | | | 23 - MA (h)G/r-f (8) |
| | | | 24 - IN o/r-p (13) |
| | | | 25 - IN o/i-p (2) |
| | | | 0 - - /- (84) |

Figura 3. Mapa preliminar da aptidão das terras para o cultivo do eucalipto nos municípios da BP3 e Palotina.

Fonte: Holler et al. (2019).

Também estão em execução estudos de uma área piloto na bacia do Arroio Fundo, município de Marechal Cândido Rondon. O mapa detalhado de solos (escala 1:10.000) está em fase de publicação e o mapa de unidades de manejo florestal para o cultivo do eucalipto da mesma área está em execução. Essa metodologia de definição de unidades de manejo florestal para o cultivo do eucalipto servirá de base para outros estudos que necessitem de mapeamentos de solos detalhados na região.

Ações de desenvolvimento de tecnologias (ensaios e unidades de referência) para sistemas de produção de eucalipto em terras do oeste do Paraná

Para testar e validar tecnologias de florestas energéticas na região, ensaios de crescimento de eucaliptos foram instalados em propriedades de parceiros locais, nas seguintes linhas de pesquisa: materiais genéticos, espaçamento de plantio, adubação mineral com P e K, uso de dejetos de animais e sistemas de integração lavoura-pecuária-florestas (ILPF) com eucaliptos.

Além dos ensaios que já cumprem a função de unidades de referência tecnológica, outros talhões de produção de eucalipto também estão sendo avaliados em áreas de produtores parceiros locais, sejam de povoamentos puros ou de ILPF. Todas essas unidades, com informações do sistema de produção utilizado, caracterização de solos e clima locais e avaliações de crescimento, estarão alimentando a rede de referência do projeto. Essa rede de referência garante avanços na modelagem da produtividade do eucalipto na região e atua também nas ações de transferência de tecnologia do projeto.

Foram instalados onze ensaios e estabelecidas, até o momento, 21 unidades de referência, como especificados nas Tabelas 1 e 2. O ensaio mais antigo completou três anos de idade em junho de 2020. As unidades de referência de monocultivos florestais estão, em sua maioria, próximas à idade do corte raso, considerando o ciclo para fins de uso energético do eucalipto. As unidades de ILPF (silvipastoril) apresentam idades de plantio entre um e mais de dez anos. As Figuras 4 a 8 ilustram diferentes momentos dessas ações, que também já possuem alguns resultados preliminares publicados (Soares et al., 2018, 2019; Maeda et al., 2019; Vedovato et al., 2019).

Tabela 1. Rede de ensaios do Projeto Bioeste Florestas implantados na região oeste do Paraná.

| Ensaio | Município | Data de implantação |
|--|---------------------|---------------------|
| Influência do espaçamento e do manejo do desbaste no crescimento do eucalipto – solos sob maior influência de basalto | Assis Chateaubriand | 1-jun-17 |
| Influência do espaçamento e do manejo do desbaste no crescimento do eucalipto – solos sob maior influência de arenito | Terra Roxa | 16-mai-18 |
| Influência da adubação com dejetos líquidos suínos no crescimento do eucalipto – solos sob maior influência de basalto | Assis Chateaubriand | 15-nov-17 |
| Influência da adubação com dejetos líquidos suínos no crescimento do eucalipto – solos sob maior influência de arenito | Terra Roxa | 18-mai-18 |
| Influência da adubação química com N e K no crescimento do eucalipto – solos sob maior influência de basalto | Assis Chateaubriand | 14-nov-17 |
| Influência da adubação química com N e K no crescimento do eucalipto – solos sob maior influência de arenito | Terra Roxa | 16-mai-18 |
| Teste de materiais genéticos de eucalipto – solos sob maior influência de arenito | Terra Roxa | 22-mai-18 |
| Teste de materiais genéticos de eucalipto – solos sob maior influência de basalto | Palotina | 8-ago-18 |
| Influência da adubação química e orgânica no crescimento do eucalipto em solo desenvolvido sob arenito | Iporã | 1-dez-18 |
| Avaliação do crescimento e produção do eucalipto em sistema de ILPF | Missal | 1-dez-18 |
| Avaliação do crescimento e produção do eucalipto em sistema de ILPF | Terra Roxa | 1-dez-18 |

Tabela 2. Unidades de referência do Projeto Bioeste Florestas implantadas na região oeste do Paraná.

| Unidade de referência tecnológica | Município | Quantidade unidades |
|--|-------------------------|---------------------|
| Doses de adubação química de P e K em eucalipto | Assis Chateaubriand | 1 |
| Manejo de desbaste e espaçamentos em eucalipto | Assis Chateaubriand | 1 |
| Doses de dejetos líquido de suínos em eucalipto | Assis Chateaubriand | 1 |
| Influência da adubação química e orgânica no crescimento do eucalipto em solo desenvolvido sob arenito | Iporã | 1 |
| Doses de digestato de suínos em eucalipto - espaçamento 3 m x 1 m | Marechal Cândido Rondon | 2 |
| Doses de digestato de esterco bovino leiteiro em eucalipto - espaçamento 3 m x 1 m | Marechal Cândido Rondon | 1 |
| Sistema de Integração Pecuária-Floresta com eucaliptos e gado de leite | Missal | 2 |
| Materiais genéticos de eucalipto | Ouro Verde do Oeste | 1 |
| Materiais genéticos e espaçamentos em eucalipto | Palotina | 1 |
| Materiais genéticos, espaçamentos e doses de dejetos de suínos em eucalipto | Palotina | 1 |
| Materiais genéticos e espaçamentos em eucalipto | Terra Roxa | 1 |
| Doses de adubação química de P e K em eucalipto | Terra Roxa | 1 |
| Manejo de desbaste e espaçamentos em eucalipto | Terra Roxa | 1 |
| Doses de dejetos líquido de suínos em eucalipto | Terra Roxa | 1 |
| Sistema de Integração Pecuária-Floresta com eucaliptos e gado de leite | Terra Roxa | 2 |
| Sistema de Integração Pecuária-Floresta com eucaliptos e gado de leite | Toledo | 1 |
| Sistema de Integração Pecuária-Floresta com eucaliptos e gado de leite | Santa Helena | 2 |
| Total de unidades de referência | | 21 |

Foto: Guilherme de Castro Andrade



Figura 4. Ensaio do espaçamento e do manejo de vuso energético, Fazenda Piquiri da C.Vale, Assis Chateaubriand, PR, poucos meses após a sua instalação.

Foto: Guilherme de Castro Andrade.



Figura 5. Ensaio de Influência da adubação química com N e K no crescimento do eucalipto, Fazenda Piquiri da C.Vale, Assis Chateaubriand, PR, aproximadamente com 1 ano de idade.

Fotos: Guilherme de Castro Andrade (A); Marcia Toffani Simao Soares (B e C)



Figura 6. Área experimental do ensaio “Influência da adubação com dejetos líquidos suínos no crescimento do eucalipto”, Fazenda Piquiri da C.Vale, Assis Chateaubriand, PR, durante preparo do solo (A), com mudas nas parcelas com aplicações de adubação mineral (B) e de dejetos líquidos suínos (C).

Fotos: Marcia Toffiani Simão Soares



Figura 7. Área experimental do ensaio “Influência da adubação com dejetos líquidos suínos no crescimento do eucalipto”, Fazenda Piquiri da C.Vale, Assis Chateaubriand, PR. Estágio inicial de desenvolvimento nas parcelas sem adubação (A) e com aplicação de dejetos líquidos suínos (B); e na idade aproximada de 1,5 anos, parcela com aplicação de dejetos líquidos suínos (C).



Foto: João Bosco Vasconcellos Gomes

Figura 8. Instalação do ensaio sobre a Influência da adubação química e orgânica no crescimento do eucalipto, em solo desenvolvido de arenito, Iporã, PR.

Avaliações biométricas foram realizadas em vários ensaios e unidades de referência, além da coleta de amostras de solos e de tecido foliar para análises. As atividades de avaliações representam, nesse momento, boa parte das ações de campo do projeto. Com a proximidade da idade de corte raso das áreas experimentais, também estão previstas coletas de discos de madeira para avaliações de qualidade (densidade da madeira). Essas coletas foram realizadas na Unidade de Referência “Materiais genéticos em diferentes espaçamentos de plantio de eucalipto”, na Fazenda Piquiri da C.Vale. Em áreas de produção da C.Vale estão instalados oito ensaios e mais duas Unidades de Referência, essas últimas com idades próximas do corte raso.

Ações de transferência de conhecimento e tecnologia envolvendo o componente florestal, no oeste do Paraná

As diferentes ações de transferência de conhecimento e tecnologia do projeto atuam nos seguintes aspectos: i) na cadeia produtiva de produção de biomassa de madeira para fins energéticos na região, incluindo desde aspectos de gestão até a transformação dessa biomassa em energia; ii) junto aos técnicos e produtores que atuam no operacional da silvicultura de eucalipto para a produção de biomassa de madeira nas cooperativas e empresas da região; iii) junto aos pequenos produtores rurais interessados na introdução do componente florestal em sistemas solteiros e mistos (ILPF); e iv) na sensibilização dos profissionais em formação (estudantes) para a importância da cadeia produtiva florestal na região. As ações envolvem a elaboração de materiais didáticos e a promoção de eventos (seminários, cursos e dias de campo).

Os dois primeiros eventos de transferência de tecnologia do projeto foram realizados em dezembro de 2017, o Seminário “Experiências e desafios da produção florestal com foco em biomassa para energia, na região oeste do Paraná”, na Universidade da C.Vale (Palotina, PR) e o Dia de Campo de silvicultura de eucalipto, em áreas de produção da mesma C.Vale na região. Esses dois eventos contaram com mais de 80 participantes entre técnicos de empresas, cooperativas, representantes de diferentes órgãos públicos, professores universitários e estudantes de graduação em ciências agrárias (Figura 9).

Em 2018 foram realizados Dias de Campo de ILPF em Missal e Terra Roxa (Figuras 10 e 11) e um minicurso de Biomassa na Federação das Indústrias do Paraná (FIEP), Curitiba, PR (Figura 12).

Foto: Katia Regina Pichelli



Figura 9. Dia de Campo de silvicultura de eucalipto, realizado dia 14 de dezembro de 2017, em áreas de produção da C.Vale, Palotina, PR.

CONVITE

As instituições Emater-PR, Embrapa Florestas, CIBiogas, Itaipu e o projeto Bioeste Florestas convidam para o "Dia de Campo -ILPF/Silvipastoril na Bovinocultura de Leite"

dia | 20 / NOV 2018

horário | 14 horas

local | Missal-PR
(Propriedade do Sr. Pedro Marin / Ponta do Oca)

14 horas | Boas-vindas aos participantes e Abertura Geral do Dia de Campo

Estação 1 (duração: 30min)
Gestão da atividade leiteira na propriedade rural
(Roberto Antonio Jardim/Emater-PR)

Estação 2 (duração: 30min)
Árvores na pastagem
(Emiliana Santarosa/Embrapa Florestas)

Estação 3 (duração: 30min)
Reforma/renovação do silvipastoril
(Alcides Ferreira Pinto/Emater-PR)

Estação 4 (duração: 30min)
Manejo da pastagem
(Ednigo Antonio de Carvalho/Emater-PR)

PROJETO **Bioeste FLORESTAS** | **EMATER** | **Embrapa Florestas** | **CIBIOGAS** | **ITAIPU**

CONVITE

As instituições Emater-PR, Embrapa Florestas, CIBiogas, Itaipu e o projeto Bioeste Florestas convidam para o "Dia de Campo -ILPF/Silvipastoril na Bovinocultura de Leite"

dia | 22 / NOV 2018

horário | 14 horas

local | Terra Roxa-PR
(Propriedade do Sr. Climar Ribeiro Sanches Munho / Comunidade Apacariense)

14 horas | Boas-vindas aos participantes e Abertura Geral do Dia de Campo

Estação 1 (duração: 30min)
Gestão da atividade leiteira na propriedade rural
(Daniel Pascon/Emater-PR)

Estação 2 (duração: 30min)
Produção de madeira (Amauri Ferreira Pinto/Emater-PR e Emiliano Santarosa/Embrapa Florestas)

Estação 3 (duração: 30min)
Controle de ferrugens cortadeiras (Anderson Pezzato/ Emater-PR e Anderson Bassi/Agropecuária Nova Kol)

Estação 4 (duração: 30min)
Manejo da pastagem (Luiz Roberto Figueirlla/Emater-PR)

PROJETO **Bioeste FLORESTAS** | **EMATER** | **Embrapa Florestas** | **CIBIOGAS** | **ITAIPU**

Figura 10. Convite dos Dias de Campo - ILPF/silvipastoril na bovinocultura de leite, realizados em Missal e Terra Roxa, PR, no mês novembro de 2018.

Foto: Katia Regina Pichelli



Figura 11. Dia de Campo sobre sistemas de ILPF/silvipastoril na bovinocultura de leite, em Missal, PR, novembro de 2018.

Minicurso

22 out/2018

14h às 17h30

Local
FIEP
Campus da Indústria

Vagas limitadas
Confirmação de presença:
E-mail: marcos.rosa@pr.senai.br
(41) 3271-7890

PERSPECTIVAS DA GERAÇÃO INTEGRADA DE CALOR, FRIO E ELETRICIDADE A PARTIR DA BIOMASSA

Programa

- ✓ **Roadmap de Energia 2031 – Projeto & Governança**
Sistema Fiep – João Arthur Mohr e Ariane Hinça Schneider
- ✓ **Potencial de Florestas e outras biomassas no Paraná**
Embrapa Florestas – Projeto Bioeste - Erich Schaitz
- ✓ **Geração de Energia (Calor/Frio e Eletricidade) a partir de Biomassa e Geração de energia a partir do lixo**
Universidade de Loughborough - Centro de Tecnologia em Sistemas de Energia Renovável - Richard Blanchard

Apoio

Realização

Figura 12. Cartaz do Minicurso “Perspectivas da geração integrada de calor, frio e eletricidade a partir de biomassa”, realizado na sede da Federação das Indústrias do Paraná (FIEP), Curitiba, PR, no dia 22 de outubro de 2018.

Em 2019 mais um dia de campo foi realizado, mostrando os resultados de produtividade, com uma comparação de diferentes materiais genéticos de eucalipto na Fazenda Piquiri, da C.Vale, incluindo a conversão da produção de biomassa em energia em função das análises de densidade de madeira dos diferentes materiais pesquisados (Figura 13).



Foto: Marcos Silveira Wrege

Figura 13. Dia de campo “Plantios com diferentes materiais genéticos de eucalipto para energia no oeste do Paraná”, Fazenda Piquiri da C.Vale, em Assis Chateaubriand, PR.

Em outubro de 2019, foram realizados seminários em parceria com Universidades da região (UTFPR - Campus Dois Vizinhos, Unioeste – Campus Cascavel e UFPR – Campus Palotina, Figura 14), com um público majoritário de alunos de graduação

e pós-graduação. O objetivo principal foi levar aos presentes as ações/resultados do projeto e discutir os aspectos que afetam a viabilidade da cadeia produtiva de eucalipto, como matéria-prima para a geração de energia.



Figura 14. Convite do Seminário “A viabilidade do plantio de eucalipto na região oeste do Paraná, realizado em Palotina, PR, outubro de 2019. Na mesma semana, o mesmo Seminário também foi realizado nos municípios de Dois Vizinhos e Cascavel.

Potencial de produtividade de eucaliptos na região

A C.Vale tem contribuído significativamente com a pesquisa florestal desenvolvida na região, devido ao seu pioneirismo nos testes envolvendo a silvicultura de eucalipto: materiais genéticos, espaçamentos de plantio, adubação química e orgânica, entre outros assuntos. Assim, com o objetivo de obter informações sobre a produtividade do eucalipto na região, parcelas da C.Vale com plantios de diferentes materiais genéticos de eucalipto vêm sendo avaliadas nos municípios de Palotina e Assis Chateaubriand. A região apresenta altitudes na faixa de 250 m a 300 m. As médias anuais de temperatura e precipitação pluviométrica são, respectivamente, 20,8 °C e 1.508 mm (Wrege et al., 2018a). A paisagem dos povoamentos de eucalipto avaliados é formada por longos interflúvios e dominadas por Latossolos Vermelhos Distróficos de textura argilosa, em relevo variando de plano à suave ondulado, solos de ótimo potencial agrícola. Os resultados de algumas avaliações são apresentados a seguir.

Avaliação de materiais genéticos de eucalipto - Área 1 da C.Vale

Foram realizadas medições de povoamentos de dez clones de *Eucalyptus*. Esses materiais correspondiam aos plantios comerciais da C.Vale à época. Os clones testados

estão entre os mais plantados no Brasil. Os resultados foram apresentados por Andrade et al. (2014). Os povoamentos estavam com idades entre 3 e 5 anos. Foram medidas parcelas de 600 m² de cada material genético, para a obtenção da altura total e do diâmetro à altura do peito - DAP (Tabela 3).

Tabela 3. Densidade de plantio, sobrevivência, diâmetro à altura do peito – DAP, altura média, volume de produção e incremento médio anual - IMA de diferentes clones de eucalipto em diferentes densidades de plantio – área 1 C. Vale.

| Clone | Idade (anos) | Densidade de plantio (árvores ha ⁻¹) | Sobrevivência (%) | DAP (cm) | Altura (m) | Volume (m ³ ha) | IMA (m ³ ha ano ⁻¹) |
|-------|--------------|--|-------------------|----------|------------|----------------------------|--|
| U154 | 5 | 2667 | 84,8 | 12,3 | 21,1 | 273,8 | 54,8 |
| G157 | 5 | 2667 | 73,4 | 12,9 | 21,2 | 260,4 | 52,1 |
| I144 | 5 | 2667 | 70,5 | 13,7 | 21,4 | 284,5 | 56,9 |
| H13 | 5 | 2667 | 89,4 | 12,9 | 19,2 | 286,2 | 57,2 |
| H13 | 3 | 2000 | 80,2 | 12,6 | 17,1 | 161,4 | 53,8 |
| G162 | 5 | 2667 | 83,3 | 12,9 | 19,3 | 268,3 | 53,6 |
| GG100 | 5 | 2667 | 86,5 | 13,2 | 19,7 | 285,1 | 57,0 |
| GG100 | 4 | 1976 | 56,9 | 15,1 | 21,1 | 207,0 | 51,7 |
| GG100 | 3 | 2000 | 65,8 | 13,4 | 18,0 | 161,0 | 53,7 |
| GCAN | 3,5 | 2000 | 98,7 | 12,9 | 16,3 | 196,1 | 56,0 |
| H77 | 3 | 2000 | 89,5 | 11,8 | 19,8 | 186,7 | 62,2 |
| A08 | 3 | 2000 | 85,2 | 12,5 | 19,4 | 195,3 | 65,1 |
| I224 | 3 | 2000 | 91,4 | 11,5 | 17,5 | 158,6 | 52,9 |

Todos os clones cultivados mostraram bom desempenho de crescimento, alcançando IMA superior a 50 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, mesmo que estes não sejam clones de última geração, o que corrobora ainda mais o elevado potencial produtivo do eucalipto nos solos da região.

Avaliação de material genético de eucalipto - Área 2 da C.Vale

Foram avaliados seis clones de eucalipto com fins energéticos. Os clones estavam com 6,4 anos de idade à época das avaliações. Foram feitas medições de DAP e altura das árvores para as estimativas de volume de madeira e de biomassa produzidas nas parcelas. Foram cortadas duas árvores por clone, para a cubagem da árvore e coleta de discos do tronco. Análises de densidade da madeira e da casca foram realizadas no laboratório da Embrapa Florestas (Tabelas 4 e 5), possibilitando a conversão dos valores de volume em biomassa. As medições de DAP e altura foram realizadas nas 24 árvores centrais de cada parcela.

Tabela 4. Densidade de plantio, sobrevivência, diâmetro à altura do peito – DAP, altura média, volume de produção, incremento médio anual - IMA, densidade básica da madeira e biomassa da produção de diferentes clones de eucalipto, todos com 6 anos e 5 meses de idade – área 2 C. Vale.

| Clone | Densidade de plantio (árvores ha ⁻¹) | Sobrevivência (%) | DAP (cm) | Altura (m) | Volume (m ³ ha) | IMA (m ³ ha ano ⁻¹) | DBM (g cm ⁻³) | Biomassa (t ha ⁻¹) |
|-------------------|---|----------------------|-------------|---------------|-------------------------------|---|------------------------------|-----------------------------------|
| H13 | 1666 | 100,0 | 16,0 | 25,0 | 465 | 72,7 | 0,46 | 286 |
| I144 | 1666 | 100,0 | 15,5 | 24,7 | 402 | 62,8 | 0,51 | 268 |
| A08 | 1666 | 95,8 | 16,6 | 26,5 | 473 | 73,9 | 0,49 | 302 |
| Super Clone | 1666 | 100,0 | 17,6 | 25,5 | 511 | 79,8 | 0,46 | 311 |
| 2864 | 1666 | 95,8 | 16,7 | 25,6 | 457 | 71,4 | 0,48 | 288 |
| 2070 | 1666 | 91,7 | 18,1 | 27,8 | 551 | 86,1 | 0,46 | 341 |
| I144 ¹ | 2222 | 71,6 | 11,5 | 18,9 | 402 | 62,8 | 0,42 | 226 |

¹ Clone I144 plantado em espaçamento 3 m x 2 m x 1 m.

Tabela 5. Resultados da produção de biomassa convertida em energia de diferentes clones de eucalipto, todos com 6,5 anos de idade. Espaçamento de plantio 3 m x 2 m, sendo que o clone I144 também foi testado no espaçamento 3 m x 2 m x 1 m.

| Atributos | Clones | | | | | | | |
|--|---|--------|--------|-------------|--------|--------|------------|--------------|
| | Unidades | H13 | A08 | Super clone | 2864 | 2070 | I144 3x2 m | I144 3x2x1 m |
| Madeira | | | | | | | | |
| Densidade da madeira | g cm ⁻³ | 0,46 | 0,49 | 0,46 | 0,48 | 0,46 | 0,51 | 0,42 |
| Volume sem casca | m ³ | 419,00 | 421,00 | 447,00 | 401 | 50,00 | 355,00 | 357,00 |
| Biomassa | Mg ha ⁻¹ | 194,00 | 204,00 | 207,00 | 191 | 232,00 | 180,00 | 142,00 |
| Produtividade de biomassa | Mg ha ⁻¹ ano ⁻¹ | 30,04 | 32,15 | 32,26 | 29,77 | 36,29 | 28,22 | 23,38 |
| Produtividade energética - madeira seca | Gcal ha ⁻¹ ano ⁻¹ | 129,00 | 138,00 | 139,00 | 128 | 156,00 | 121,0 | 101,00 |
| Produtividade energética - umidade 30% | Gcal ha ⁻¹ ano ⁻¹ | 83,50 | 89,40 | 89,70 | 82,8 | 100,90 | 78,50 | 65,00 |
| Produtividade energética - umidade 50% | Gcal ha ⁻¹ ano ⁻¹ | 59,60 | 63,80 | 64,00 | 59,1 | 72,00 | 56,00 | 46,40 |
| Casca | | | | | | | | |
| Densidade da madeira | g cm ⁻³ | 0,23 | 0,22 | 0,24 | 0,27 | 0,24 | 0,24 | 0,24 |
| Volume da casca | m ³ | 46,00 | 52,00 | 64,00 | 56 | 47,00 | 47,00 | 46,00 |
| Biomassa | Mg ha ⁻¹ | - | - | - | - | - | - | - |
| Produtividade de biomassa | Mg ha ⁻¹ ano ⁻¹ | 1,62 | 1,783 | 2,393 | 2,356 | 1,757 | 1,73 | 1,72 |
| Produtividade energética - casca seca | Gcal ha ⁻¹ ano ⁻¹ | 6,07 | 6,68 | 8,97 | 8,83 | 6,59 | 6,48 | 6,45 |
| Madeira e casca | | | | | | | | |
| Produtividade energética final - madeira e casca secas | Gcal ha ⁻¹ ano ⁻¹ | 135,23 | 144,92 | 147,69 | 136,82 | 162,60 | 127,80 | 106,97 |

O sistema de produção utilizado nas parcelas envolveu o controle de formigas; aplicação de herbicida pré-emergente Fordor na dosagem de 150 g ha⁻¹; preparo do solo com grade aradora e subsolador na linha de plantio; calagem; aplicação, concomitante à subsolagem, de 210 kg ha⁻¹ de superfosfato simples (125 g planta⁻¹); plantio manual das mudas no espaçamento de 3 m x 2 m (6 m² planta⁻¹); e adubação de manutenção com 100 g planta⁻¹ a 120 g planta⁻¹ de NPK 20:5:20. O conjunto de dados da avaliação possibilitou comparar o desempenho dos diferentes clones para produção de biomassa e energia na região, com destaque positivo para o desempenho de crescimento do clone 2070.

Tecnologias para o manejo de precisão de plantações de eucalipto

A equipe de desenvolvimento dos softwares SisEucalipto e SisILPF_Eucalipto da Embrapa Florestas está processando dados de crescimento de povoamentos de eucalipto da região, incluindo dados utilizados no item anterior de parcelas da C.Vale e de ensaios desenvolvidos pela equipe do CIBiogás em Ajuricaba. Também serão processados dados de avaliações dos ensaios e Unidades de Referência do próprio projeto. Essa base de dados viabilizará versões específicas dos referidos softwares para as condições da região oeste do Paraná. Dessa forma, as modelagens geradas pelos softwares permitirão a construção de prognósticos baseados nas diferenças de potencial dos sítios florestais (solos e clima) e dos níveis tecnológicos dos sistemas de manejo locais, auxiliando de forma efetiva a tomada de decisão para assuntos da cadeia produtiva de biomassa florestal na região.

Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

Na região oeste do Paraná, o produtor da agropecuária apresenta baixa tradição com os plantios florestais. Procurando aumentar a sensibilidade desse produtor para o componente arbóreo e as vantagens que esse componente pode trazer para a propriedade rural, o Projeto Bioeste Florestas inseriu ações de pesquisa e desenvolvimento com os sistemas de ILPF. As Unidades de Referência e ensaios de ILPF estão nos municípios de Missal, Terra Roxa e Santa Helena (Figura 15).



Foto: Natalia Vieira

Figura 15. Unidade de Referência de sistema de integração lavoura-pecuária-florestas, em Terra Roxa, PR.

Considerações finais

O Projeto Bioeste Florestas, uma parceria entre a Embrapa Florestas, Itaipu Binacional, CIBiogás, C.Vale e IDR-PR, foi desenvolvido para fornecer bases sólidas ao plantio de árvores para a produção de energia, a partir de biomassa florestal, na região oeste do Paraná.

O projeto apresenta três principais linhas de ação: i) disponibilização de ferramentas de diagnóstico e prognóstico dos plantios de eucalipto para a região, a partir das condições de solo e clima locais e do nível tecnológico desses plantios; ii) melhoria da sustentabilidade dos sistemas de produção de eucalipto, com ensaios de campo testando materiais genéticos de eucalipto, espaçamento de plantio, adubação, aplicação de dejetos de animais (principalmente de suínos que são abundantes na região) e testes de sistemas de ILPF; e iii) transferência de conhecimento e tecnologias para técnicos, sejam de cooperativas/empresas ou extensionistas, e produtores rurais.

O projeto foi iniciado em 2017 e tem previsão de duração até o ano 2021. As ações de diagnóstico da oferta ambiental (solos e clima) estão em fase de finalização ou já disponibilizadas. As ações de campo envolveram um grande esforço conjunto para a instalação de diversos ensaios experimentais e Unidades de Referência. O projeto prevê a realização de, aproximadamente, vinte avaliações anuais, incluindo diferentes tipos de solo e estudos de nutrição das plantas nas parcelas de eucalipto solteiro e nos sistemas de ILPF.

Os estudos de diagnóstico/prognóstico da cadeia produtiva do eucalipto na região estão em fase inicial, prospectando a oferta e demanda com o uso de informações

geoespaciais. As ações de transferência de tecnologia estão ganhando maior atenção desde o ano de 2018, com a realização de dias de campo, cursos e seminários específicos.

Agradecimentos

À Itaipu Binacional, pelo suporte institucional e financeiro, e às instituições que, em diferentes momentos, tornaram-se parceiras do projeto: CIBiogás, Emater-PR, Florestal Ouro Verde, UFPR - Campus de Palotina, UTFPR - Campus Dois Vizinhos e, representando as diversas cooperativas da região, à C.Vale, com um agradecimento especial ao seu gerente de área Alcemir Chiodelli, pelo apoio imprescindível aos ensaios de campo e na transferência de tecnologias.

Referências

- ANDRADE, G. C.; OLIVEIRA, E. B.; BELLOTE, A. F. J.; CHIODELLI, A.; BECK, N. Desempenho de clones de *Eucalyptus* no Oeste do Paraná. In: MALINOVSKI, J. R.; MALINOVSKI, R. A.; MALINOVSKI, R. A.; MASSETO, G. C. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 3., 2014, Campinas. **Anais**: resumos expandidos. Curitiba: Malinovski, 2014. p. 173-175.
- BOGNOLA, I. A.; GOMES, J. B. V.; HOLLER, W.; CÚRCIO, G. R.; RAUEN, M. J.; CARVALHO, A. P.; PÖTTER, R. O.; CARDOSO, A. **Atualização do levantamento de reconhecimento de solos dos municípios da Bacia do Paraná 3 e do município de Palotina**. Colombo: Projeto Bioeste Florestas, 2018. 40 p. (Relatório e mapa de circulação restrita).
- EISFELD, R. L.; NASCIMENTO, F. A. F. **Mapeamento dos plantios florestais do Estado do Paraná: *Pinus* e *Eucalyptus***. Curitiba: Instituto de Florestas do Paraná, 2015. 76 p.
- HOLLER, W. A.; GOMES, J. B. V.; WREGE, M. S.; BOGNOLA, I. A.; BELLOTE, A. F. J.; SANTOS, P. E. T.; ANDRADE, G. C.; SOARES, M. T. S.; MAEDA, S.; OLIVEIRA, E. B. **Mapa de aptidão das terras para o cultivo do eucalipto nos municípios formadores da Bacia do Paraná 3 e do município de Palotina na escala 1:300.000**. Colombo: Projeto Bioeste Florestas, 2019 (mapa de circulação restrita).
- MAEDA, S.; SOARES, M. T. S.; BELLOTE, A. F. J.; ANDRADE, G. de C.; BOGNOLA, I. A.; FASSINA, S. H. Atributos químicos de solo submetido à aplicação de dejetos líquidos de suínos em Assis Chateaubriand, Paraná. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROINDUSTRIAIS E AGROPECUÁRIOS, 6., 2019, Florianópolis. **[Biotecnologia aplicada ao tratamento e reuso dos resíduos]**. Florianópolis: SBERA, 2019].
- RELATÓRIO Anual de Atividades: 2014. Foz do Iguaçu: Centro Internacional de Energias Renováveis, CIBiogás-ER, 2014. 76 p.

RELATÓRIO de Atividades: 2016. Foz do Iguaçu: Centro Internacional de Energias Renováveis-Biogás, 2016. 42 p.

SOARES, M. T. S.; MAEDA, S.; BELLOTE, A. F. J.; ANDRADE, G. D. C.; BOGNOLA, I. A.; FASSINA, S. H. Desenvolvimento inicial de eucalipto submetido à fertilização química e aplicação de dejetos líquidos de suínos. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 4, 2018, Ribeirão Preto. **Anais** [...]. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SOARES, M. T. S.; MAEDA, S.; BELLOTE, A. F. J.; ANDRADE, G. D. C.; GOMES, J. B. V.; FASSINA, S. H. Resposta inicial do eucalipto após aplicação de dejetos líquidos de suínos no oeste do Paraná. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS AGROINDUSTRIAIS E AGROPECUÁRIOS, 6., 2019, Florianópolis. [**Biotecnologia aplicada ao tratamento e reuso dos resíduos**. Florianópolis: SBERA, 2019].

WREGGE, M. S.; CARAMORI, P. H.; NITSCHKE, P.; FRITZSONS, E.; BOGNOLA, I. A.; SOARES, M. T. S.; GOMES, J. B. V.; HOLLER, W. A. **Cartas climáticas dos municípios da Bacia do Paraná 3**. Colombo: Embrapa Florestas, 2018a 71 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 314). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1087482>.

WREGGE, M. S.; GOMES, J. B. V.; BOGNOLA, I. A.; HOLLER, W. A. Zoneamento agroclimático do eucalipto para a região da Bacia do Paraná 3 em escala semidetalhada. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 4., 2018, Ribeirão Preto. **Anais** [...]. Brasília, DF: Embrapa, 2018b. p. 325-328.

