

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

Camila Elizabete Severiano

**PROGNOSE PARA POPULAÇÕES DE ANGICO VERMELHO
(*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan) VIA EXPLORAÇÃO
JARDINADA POR PRODUTORAS DE SEMENTES**

Santa Maria, RS
2019.

Camila Elizabete Severiano

**PROGNOSE PARA POPULAÇÕES DE ANGICO VERMELHO (*Parapiptadenia rigida*
(Benth.) Brenan) VIA EXPLORAÇÃO JARDINADA
POR PRODUTORAS DE SEMENTES.**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de Concentração em Manejo Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Doutora em Engenharia Florestal**

Orientador: Prof. Dr. Frederico Dimas Fleig
Coorientador: Prof. Dr. Enio Júnior Seidel

Santa Maria, RS
2019

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001; e com recursos físicos e financeiros do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Severiano, Camila Elizabete
Prognose para populações de angico vermelho
(Parapiptadenia rigida (Benth.) Brenan) via exploração
jardinada por produtoras de sementes / Camila Elizabete
Severiano.- 2019.
135 p.; 30 cm

Orientador: Frederico Dimas Fleig
Coorientador: Enio Júnior Seidel
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2019

1. Manejo florestal sustentável 2. Tratos e métodos
silviculturais 3. Limitações no recrutamento 4.
Dispersão anemocórica 5. Limitações no recrutamento I.
Fleig, Frederico Dimas II. Seidel, Enio Júnior III.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

2019

Todos os direitos reservados a Camila Elizabete Severiano. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser realizada mediante citação da fonte. Contato: elizabeth.camila@gmail.com

Camila Elizabete Severiano

**PROGNOSE PARA POPULAÇÕES DE ANGICO VERMELHO (*Parapiptadenia rigida*
(Benth.) Brenan) VIA EXPLORAÇÃO JARDINADA POR PRODUTORAS DE SEMENTES.**

Tese de doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para a obtenção do título de **Doutora em Engenharia Florestal**.

Aprovada em 30 de agosto de 2019:



Frederico Dimas Fleig, Dr (UFSM)
(Presidente/Orientador)



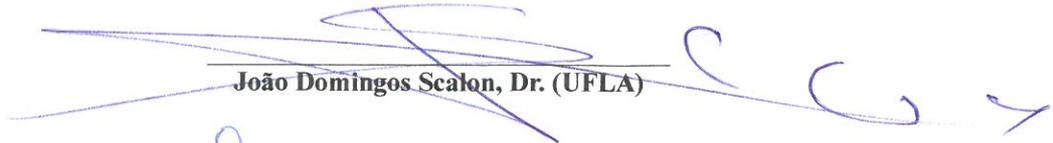
Enio Júnior Seidel, Dr. (UFSM)
(Coorientador)



Ana Lucia Souza Silva Mateus, Dra. (UFSM)



Fabiano de Oliveira Fortes, Dr. (UFSM)



João Domingos Scalon, Dr. (UFLA)



Valéria Forni Martins, Dra. (UFSCAR)



DEDICATÓRIA

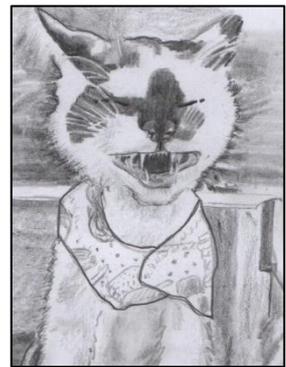
Aos três homens que me motivaram a não desistir...

Fabricio J. Sutili, por todos os momentos que se doaste e por tua busca em ser para a nossa família a melhor versão de ti. Aprendo contigo todos os dias e sigo teus passos em querer sempre ser a melhor versão de mim para a família

que já estamos construindo. Por todo o amor e aprendizado ao cuidarmos um do outro e, principalmente, por nos escolhermos dia após dia, por isso **a ti eu dedico!**

Enio J. Seidel, por ser uma fonte de inspiração e que sem pretensão me fez enxergar que tipo de profissional eu quero me tornar caso exerça o cargo de docência. Tu és uma pessoa cativante, paciente e humilde, que não cansa de aprender e naturalmente ensina o complexo da forma mais simples, por isso **a ti eu dedico!**

Frederico D. Fleig, por não abandonar o barco durante as inúmeras tempestades e ter sido a minha bússola em momentos decisórios. Com toda tua paciência, amizade, respeito e atitude fez eu desenvolver um sentimento ao qual desconhecia e achava que nunca iria poder desenvolver. Um sentimento que acredito ser de filha para com um pai querido, por isso **a ti eu dedico!**



AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), especificamente ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal pela oportunidade durante o meu desenvolvimento acadêmico e pelo financiamento desta tese por meio da CAPES. Aos meus orientadores Frederico Fleig e Enio Seidel pelo carinho, compreensão e paciência... sempre serei grata por tudo que aprendi com vocês. Também agradeço, aos donos das propriedades rurais (Frederico Fleig; Belino Rigui e Sua Esposa) que apoiaram e acreditaram no trabalho desde o início.

Aos discentes e docentes da Universidade que abdicaram dos finais de semana e feriados para me ajudar nas inúmeras idas a campo. Esse agradecimento se estende a todos que no período de 2013 a 2019 estiveram na labuta para a concretização do que na época era uma dissertação de mestrado e com o passar do tempo se transformou em meu doutorado. Então, agradeço aos profissionais: Adelton, Alegrete, Ane Caroline, Anna Canjerana, David, Denardi, Dimas, Diogo, Evandro, Gabriel, Ivo, Iyanassô, Jairo, Janderson, Juliano, Junior, Rita, Jurandir, Karina Lanzarin, Karina Wolf, Leka, Lilian Daniel, Maurício, Noé, Pabulo, Pedro Padilha, Pierre, Regis, Rodrigo, Thomas, Tiago Shulte, Verônica e Victor Drago.

Aos docentes que no momento da qualificação (Scalon, Amaral e Sebem) aceitaram participar; e aos que participaram na melhora do trabalho final (Scalon, Martins, Fortes e Ana Lúcia Mateus). Aos professores que estiveram nos bastidores ajudando e se doando para compreender a teoria formulada (Bernardina, Bressan, Lili Matias, Sutili e Durló). Agradeço, também, àqueles que nem imaginam o quanto foram importantes para o meu crescimento profissional (Natal, Aragonê, Padilha, Albuquerque, Scatolino e Cavalcanti).

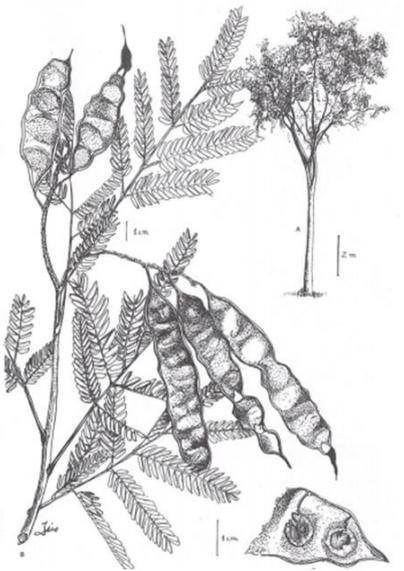
Quero ressaltar meu carinho e admiração aos amigos que sempre estiveram de forma ativa me incentivando com os melhores conselhos ou por quererem o meu bem-estar: Aislan Leal - Anne e Alex - Carlito e Hilda - Dani Dutra - Jairo - Janderson - Japinha e Mario - José Cechella - Hanna Marasciulo e Leka - Lilian - Lisi - Luciana e Fabio - Luciana, Tinha, João e Paulista – Maristela - Paulinha Kettenhuber - Rafa e Lucas. Obrigada por não cansarem de dizer a cada concurso seja o resultado qual for que “só não alcança quem desisti!” Agradeço, também, ao Mateus Meneghetti, idealizador do “Projeto de Jiu Jitsu para Todos”, por permitir minha participação no projeto e me deixar vivenciar com as crianças ♥ momentos de alegria e carinho. Elas me ensinam muito em cada treino. Mateus, parabéns pela doação do teu tempo e por agregar valor e disciplina na vida destas queridas crianças.

Em especial, agradeço à ♥ Rafa Hummel ♥ que está trilhando um caminho cheio de amor, dedicação e realizações com o próprio trabalho e esforço diário. Acredito que tu fazes da vida dos que a cerca cada dia melhor, pois é assim que me sinto quando estou contigo! Obrigada por me dizer o quanto nossa amizade é linda! E por cada abraço, desejo de prosperidade, respeito, amizade, torcida nos concursos; e por não me deixar esquecer do quanto podemos emanar amor em todas as nossas atitudes. Quero em nossa velhice poder relembrar o nosso passado ao teu lado, seja tomando um chimarrão, café, vinho; também pode ser ☀️chá☀️.

Enfim,

§Alles hat ein Ende, nur die Wurst hat zwei§

Parapipradenia rigida desenhada por Isis Fernandes Braga (Reitz et al. 1988)



A Esperança
Tece a linha do horizonte
Traz tanta paz
Em reluzente e doce olhar

Que nos conforta
Quando o mar não é tão manso
Quando o que resta
É só o frio sem luar

E nasce leve, devagar
Em uma canção de ninar
Que nos acolhe pra dizer
O amor jamais deixou você

Ó Esperança...
És para sempre, sempre viva
Te ofereço a minha casa pra morar
Nos meus sentidos quero ter os teus conselhos
Na minha voz eu quero sempre ir te encontrar

Se alguma coisa eu temer
Estou contando com você
Pra me dizer ao me acalmar
Que o amor jamais me deixará

E nasce leve, devagar
Em uma canção de ninar
Que nos acolhe pra dizer
O amor jamais deixou você

[Canção da Esperança ♥ Flávia Wenceslau]

RESUMO

PROGNOSE PARA POPULAÇÕES DE ANGICO VERMELHO (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan) VIA EXPLORAÇÃO JARDINADA POR PRODUTORAS DE SEMENTES.

AUTORA: Camila Elizabete Severiano
ORIENTADOR: Frederico Dimas Fleig
COORIENTADOR: Enio Júnior Seidel

O regime de alto fuste jardinado é um sistema de manejo florestal, baseado em intervenções de corte seletivo de árvores com a finalidade de produção contínua. Todas as propriedades rurais podem desenvolver esse tipo de sistema em áreas de reserva legal. Sendo assim, o objetivo principal desta tese foi simular um cenário que beneficie a condução de populações de *P. rigida* a fim de que a distribuição espacial dos propágulos seja direcionada a locais determinados e consequentemente beneficie o crescimento dos regenerantes naturais. As populações analisadas estão inseridas em fragmentos de floresta estacional decidual secundária no Bioma Mata Atlântica/RS. A espécie com dispersão anemocórica utilizada é o angico-vermelho (*P. rigida*). A escolha desta espécie é justificada, devido seu potencial de desenvolvimento e incremento, com possibilidade de extração de madeira nobre e resistente. Logo, as perguntas que orientaram este projeto de tese, levando em consideração o espaço e o tempo de monitoramento, foram: 1º) De que forma as sombras de propágulos se comportam ao entorno da fonte? 2º) Quais espécies interferem na distribuição espacial de propágulos e regenerantes naturais? Para obter tais respostas foram utilizadas estatísticas: (i) clássica (probabilidade de eventos) e (ii) espacial (semivariogramas, krigagem indicadora e processo pontual marcado). No *Software AutoCAD* (2020) foram confeccionadas projeções ortogonais para visualização dos eventos. Os resultados com as ferramentas utilizadas foram capazes de identificar o padrão de dependência espacial e inferir quais espécies prejudicam a queda de semente no solo e o desenvolvimento da regeneração natural. Logo, espécies com copas perenes e folhagem densa abaixo das fontes de propágulos de *P. rigida* prejudicam a queda de propágulos no solo, sendo esse tipo de copa um marcador de dependência espacial e ineficiência no momento da dispersão. As principais dissociações espaciais para com os regenerantes naturais (população *P. rigida*) foram com as espécies de: *Cedrela fissilis*, *Nectandra megapotamica* e *Quillaja brasiliensis*. Destaca-se a plausibilidade biológica, incluindo as inferências de que para a distribuição espacial da espécie de *P. rigida* ser direcionada a um lugar intencional é necessário que ocorra cortes pontuais de algumas espécies de *N. megapotamica* e *Quillaja brasiliensis*; e após o corte de alguns desses indivíduos haverá abertura de clareiras beneficiando não só a população de *P. rigida*, mas espécies como *Alchornea triplinervia*, *Allophylus edulis*, *Enterolobium contortisiliquum*, e *Quillaja brasiliensis*. Estas passarão a ser as principais competidoras devido a características ecológicas. Portanto, conservar a floresta em pé não significa ignorar os recursos que ela tem a oferecer, mas utilizá-los de maneira racional; observando o cenário atual para planejar o cenário de produção seguindo o proposto no roteiro de prognóstico.

Palavras-chave: Manejo Florestal Sustentável. Interações ecológicas. Limitações no recrutamento.

ABSTRACT

PROGNOSIS FOR RED-ANGICO POPULATIONS (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan) FOR SHELTERWOOD SYSTEM BY PARENTAL TREE.

AUTHOR: Camila Elizabete Severiano

ADVISOR: Frederico Dimas Fleig

Enio Júnior Seidel

The shelterwood system is a forest management system based on selective thinning of trees, with the aim of continuous production of natural regenerations by parental tree. All rural properties can develop this type of system in legal reserve areas. Therefore, the main objective of this thesis was to simulate a scenario that benefits the conduction of *Parapiptadenia rigida* population so that the spatial distribution of the propagules is directed to certain locations and consequently benefits the growth of natural regenerants. The analyzed populations are inserted in fragments of Secondary Deciduous Forest in the Atlantic Forest Biome/RS. This species (*Parapiptadenia rigida*) has anemochoric dispersion. The choice of this species is justified due to its potential for development and increment, with the possibility of extraction of noble and resistant wood. The questions that guided this project, taking into account the monitoring space and time, were: 1°) How do propagule shadows behave around the source? 2°) Which species interfere in the spatial distribution of propagules and natural regenerants? To obtain such responses, statistics were used: (i) classical (probability of events) and (ii) spatial (semivariograms, indicator kriging and marked point process). In AutoCAD Software (2020) orthogonal projections were made to visualize the events. The results with the used tools were able to identify the pattern of spatial dependence and to infer which species impair the seed fall in the soil and the development of natural regeneration. Therefore, species with perennial crowns and dense foliage below *P. rigida* propagule sources impair soil propagule drop, and this type of crown is a marker of spatial dependence and inefficiency at the time of dispersal. The main spatial dissociations with natural regenerants (*P. rigida* population) were with the species *Cedrela fissilis*, *Nectandra megapotamica* and *Quillaja brasiliensis*. We highlight the biological plausibility, including the inferences that for the spatial distribution of *P. rigida* species to be directed to an intentional place, it is necessary to occur occasional cuts of some species of *N. megapotamica* and *Quillaja brasiliensis*; and after cutting some of these individuals there will be clearings benefiting not only the *P. rigida* population, but species such as *Alchornea triplinervia*, *Allophylus edulis*, *Enterolobium contortisiliquum*, and *Quillaja brasiliensis*. These will become the main competitors due to ecological characteristics. Therefore, keeping the forest standing does not mean ignoring the resources it has to offer, but using them rationally; observing the current scenario to plan the production scenario following the one proposed in the forecast roadmap.

Keywords: Forest management. Ecological interactions. Limitations on recruitment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização das áreas objeto de estudo nos Distritos de Val Feltrina e Vale Vêneto, RS.	41
Figura 2 - Área amostral esquematizada para obtenção das coordenadas cartesianas através de medidas de distância, dentro de cada unidade amostral.	43
Figura 3 - Esquematização, meramente, ilustrativa da frequência de semente nos coletores. .	43
Figura 4 - Esquematização, meramente, ilustrativa das características morfométricas e da forma como o raio médio foi mensurado.	47
Figura 5 - Esquematização, meramente, ilustrativa das características morfométricas e da forma como o raio médio foi mensurado.	49
Figura 6 - Semivariogramas com envelopes de avaliação da estrutura espacial anual desenvolvidos para os dados de dispersão de propágulos no fragmento de Floresta, Mata Atlântica brasileira, Distrito de Val Feltrina/RS.	54
Figura 7 - Semivariogramas com envelopes de avaliação da estrutura espacial anual desenvolvidos para os dados de dispersão de propágulos no fragmento de Floresta, Mata Atlântica brasileira, Distrito de Vale Vêneto/RS.	55
Figura 8 - Semivariogramas ajustados aos modelos teóricos para os dados de dispersão de propágulos no fragmento de Floresta, Mata Atlântica brasileira, Distrito de Val Feltrina/RS.	56
Figura 9 - Semivariogramas ajustados aos modelos teóricos para os dados de dispersão de propágulos no fragmento de Floresta, Mata Atlântica brasileira, Distrito de Vale Vêneto/RS.	57
Figura 10 - Mapas de probabilidade para os dados de dispersão de propágulos do fragmento de Florestas na Mata Atlântica brasileira, Distrito Val Feltrina/RS.	60
Figura 11 - Mapas de probabilidade para os dados de dispersão de propágulos do fragmento de Florestas na Mata Atlântica brasileira, Distrito Vale Vêneto/RS.	62
Figura 12 - Projeções ortogonais com vista superior e lateral esquerda do fragmento de Floresta na Mata Atlântica brasileira, Distrito Val Feltrina/RS. Em que: as figuras do lado esquerdo representam o ano de 2014 e as do lado direito o ano de 2015.	66
Figura 13 - Projeções ortogonais com vista superior e lateral esquerda do fragmento de Floresta na Mata Atlântica brasileira, Distrito Val Feltrina/RS. Em que: as figuras do lado esquerdo representam o ano de 2016 e 2017 e as do lado direito o ano de 2018.	67
Figura 14 - Projeções ortogonais com vista superior e lateral esquerda do fragmento de Floresta na Mata Atlântica brasileira, Distrito Vale Vêneto/RS. Em que: as figuras do lado esquerdo representam o ano de 2016 e 2017 e as do lado direito o ano de 2018.	68
Figura 15 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de <i>A. edulis</i> (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de <i>P. rigida</i> : produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).	73

Figura 16 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *A. edulis* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom). 74

Figura 17 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *C. canjerana* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom). 76

Figura 18 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *C. canjerana* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom). 77

Figura 19 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *C. reticulata* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom). 79

Figura 20 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *C. sylvestris* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom). 81

Figura 21 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *C. sylvestris* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom). 82

Figura 22 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *C. vernalis* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha

na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom)..... 84

Figura 23 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *C. vernalis* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom)..... 85

Figura 24 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *O. puberula* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom)..... 86

Figura 25 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *O. puberula* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom)..... 87

Figura 26 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *N. megapotamica* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom)..... 89

Figura 27 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *N. megapotamica* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom)..... 90

Figura 28 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *C. fissilis* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom)..... 92

Figura 29 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *C. fissilis* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*:

produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom). 93

Figura 30 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *A. triplinervia* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom). 94

Figura 31 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *C. paniculata* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom). 97

Figura 32 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *E. contortisiliquum* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom). 99

Figura 33 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *M. paraguariense* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom). 101

Figura 34 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *A. leiocarpa* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom). 103

Figura 35 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *M. umbellata* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom). 106

- Figura 36 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *M. umbellata* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom)..... 107
- Figura 37 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *P. myrtifolia* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom)..... 108
- Figura 38 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *P. myrtifolia* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom)..... 109
- Figura 39 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *Q. brasiliensis* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom)..... 111
- Figura 40 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população *Q. brasiliensis* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom)..... 112
- Figura 41 - Mapa com informações para prognose visando o manejo do Angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). 116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros dos semivariograma aplicados aos dados de dispersão de propágulos em dois fragmentos de Floresta na Mata Atlântica brasileira.....	52
Tabela 2 - Parâmetros dos semivariograma aplicados aos dados de dispersão de propágulos em dois fragmentos de Floresta na Mata Atlântica brasileira.....	57
Tabela 3 - Estatística descritiva espaço-temporal por faixas com as copas densas e permeáveis assim como a presença de propágulos de <i>P. rigida</i> em dois fragmentos de Floresta na Mata Atlântica brasileira.....	63
Tabela 4 - Parâmetros dos semivariograma aplicados aos dados de dispersão de propágulos em dois fragmentos de Floresta na Mata Atlântica brasileira.....	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características dos tipos de dados espaciais.....	36
Quadro 2 - Localização dos parâmetros com suas respectivas características em um modelo teórico de semivariograma qualquer (linha contínua) ajustado sobre um semivariograma empírico.....	37
Quadro 3 - Localização dos parâmetros com suas respectivas características em um modelo teórico de semivariograma qualquer (linha contínua) ajustado sobre um semivariograma empírico.....	39
Quadro 4 - Processo pontual marcado: <i>Allophylus edulis</i> × Regenerantes naturais (processo pontual) da população de <i>Parapiptadenia rigida</i> , localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, nos Distritos: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.....	72
Quadro 5 - Processo pontual marcado: <i>Cabraela canjerana</i> × Regenerantes naturais (processo pontual) da população de <i>Parapiptadenia rigida</i> , localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, nos Distritos: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.....	75
Quadro 6 - Processo pontual marcado: <i>Citrus reticulata</i> × Regenerantes naturais (processo pontual) da população de <i>Parapiptadenia rigida</i> , localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, nos Distritos: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.....	78
Quadro 7 - Processo pontual marcado: <i>Casearia sylvestris</i> × Regenerantes naturais (processo pontual) da população de <i>Parapiptadenia rigida</i> , localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, nos Distritos: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.....	80
Quadro 8 - Processo pontual marcado: <i>Cupania vernalis</i> × Regenerantes naturais (processo pontual) e <i>O. puberula</i> × Regenerantes naturais (processo pontual), da população de <i>Parapiptadenia rigida</i> , localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.....	83
Quadro 9 - Processo pontual marcado: <i>Nectandra megapotamica</i> × Regenerantes naturais (processo pontual) e <i>O. puberula</i> × Regenerantes naturais (processo pontual), da população de	

<i>Parapiptadenia rigida</i> , localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.....	88
Quadro 10 - Processo pontual marcado: <i>Cedrella fissilis</i> × Regenerantes naturais (processo pontual) e <i>O. puberula</i> × Regenerantes naturais (processo pontual), da população de <i>Parapiptadenia rigida</i> , localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.....	91
Quadro 11 - Processo pontual marcado: <i>Alchornea triplinervia</i> × Regenerantes naturais (processo pontual) e <i>O. puberula</i> × Regenerantes naturais (processo pontual), da população de <i>Parapiptadenia rigida</i> , localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.....	94
Quadro 11 - Processo pontual marcado: Citronela paniculata × Regenerantes naturais (processo pontual) e <i>Enterolobium contortisiliquum</i> × Regenerantes naturais (processo pontual), da população de <i>Parapiptadenia rigida</i> , localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Val Feltrina (área A), Rio Grande do Sul.	96
Quadro 13 - Processo pontual marcado: <i>Machaerium paraguariense</i> × Regenerantes naturais (processo pontual) e <i>Enterolobium contortisiliquum</i> × Regenerantes naturais (processo pontual), da população de <i>Parapiptadenia rigida</i> , localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Val Feltrina (área A), Rio Grande do Sul.	100
Quadro 14 - Processo pontual marcado: <i>Apuleia leiocarpa</i> × Regenerantes naturais (processo pontual) e <i>Enterolobium contortisiliquum</i> × Regenerantes naturais (processo pontual), da população de <i>Parapiptadenia rigida</i> , localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.	102
Quadro 15 - Processo pontual marcado: <i>Myrsine umbellata</i> × Regenerantes naturais (processo pontual) da população de <i>Parapiptadenia rigida</i> , localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.	104
Quadro 16 - Processo pontual marcado: <i>Prunus myrtifolia</i> × Regenerantes naturais (processo pontual) da população de <i>Parapiptadenia rigida</i> , localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.	105
Quadro 17 - Processo pontual marcado: <i>Quillaja brasiliensis</i> × Regenerantes naturais (processo pontual) da população de <i>Parapiptadenia rigida</i> , localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.	110
Quadro 18 - Roteiro para prognose visando o manejo da espécie Angico-vermelho (<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan).	114

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 OBJETIVOS	27
1.1.1 Objetivo Geral.....	27
1.1.2 Objetivos Específicos.....	27
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	28
2.1 ORDENAMENTOS JURÍDICOS SOBRE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL .	28
2.2 QUAL A IMPORTÂNCIA DA REGENERAÇÃO NATURAL PARA A EFICIÊNCIA DO MANEJO FLORESTAL EM ÁREAS COM VEGETAÇÃO NATIVA?	31
2.3 ESTATÍSTICA ESPACIAL AUXILIANDO PESQUISAS NO ÂMBITO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS	35
3 METODOLOGIA VISANDO A CONDUÇÃO DE UMA POPULAÇÃO ANEMOCÓRICA (<i>Parapiptadenia rigida</i> (BENTH.) BRENNAN) EM FLORESTA NATIVA.....	40
3.1 LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS.....	40
3.2 DIRETRIZES PARA INSTALAÇÃO DAS PERCELAS E MENSURAÇÃO DOS DADOS	42
3.3.2 Caracterização da amostragem.....	42
3.3 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS	44
3.3.1 Técnica Geoestatística aplicada para avaliar a dependência espacial da população de <i>P. rigida</i>.....	44
3.3.2 Análise gráfica e identificação das possíveis restrições para dependência espacial de <i>P. rigida</i>	47
3.3.3 Técnica de processo pontual aplicada nos propágulos e regenerantes da população de <i>P. rigida</i>.....	48
3.3.4 Análise gráfica para identificação das interações interespecífica da comunidade com a população de <i>P. rigida</i>.....	49
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES VISANDO A CONDUÇÃO DE UMA POPULAÇÃO ANEMOCÓRICA (<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brennan) EM FLORESTA NATIVA	51
4.1 DEPENDÊNCIA ESPACIAL DO FENÔMENO DISPERSÃO DE PROPÁGULOS NA POPULAÇÃO DE ANGICO VERMELHO (<i>Parapiptadenia rigida</i> (BENTH.) BRENNAN).	51
4.2 INTERAÇÕES DA COMUNIDADE FLORESTAL COM O ARRANJO ESPAÇO- TEMPORAL PÓS-DISPERSÃO DE PROPÁGULOS E REGENERAÇÃO NATURAL DE ANGICO VERMELHO (<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brennan).	69
4.3 SIMULAÇÃO DE UM CENÁRIO QUE BENEFICIE A CONDUÇÃO DO POVOAMENTO DE ANGICO VERMELHO (<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brennan)...	113
5 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A PROGNOSE PARA A CONDUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA POPULAÇÃO (<i>P. rigida</i> (BENTH.) BRENNAN).....	119
REFERÊNCIAS	121

1 INTRODUÇÃO

Os direitos e garantias fundamentais de 3º geração/dimensão (G/D) foram criados em meados do século XX, destacando-se os transindividuais (difusos ou coletivos). Uma das vertentes na 3º G/D está relacionada ao meio ambiente que é o direito à propriedade desde que atenda a sua função social conforme o art. V, inciso XXIII da Constituição Federal (Brasil, 1988). Consequentemente os recursos naturais que nela estiver não são um bem público, mais sim considerados de uso comum. Isso significa que os recursos não estão à disposição para serem usados de forma antropocêntrica.

Com a evolução para a direção do biocentrismo, as regras de utilização foram cada vez mais se ligando aos princípios de ubiquidade, precaução, prevenção, desenvolvimento sustentável e função socioambiental da propriedade. Esse último princípio tem como postulado que o crescimento econômico mais a proteção ao meio ambiente e a equidade social são as palavras chaves para descrever o que é desenvolvimento sustentável (Relatório de Brundtland, 1987). De acordo com a jurisprudência (ADI 3540/MC – Relator Ministro Celso de Mello) no caso de utilização dos recursos naturais deve-se invocar o postulado, pois se houver ausência de algum deles não teremos desenvolvimento sustentável.

No artigo 186 da Constituição Federal (Brasil, 1988) qualquer propriedade rural no desempenho da função social deve cumprir quatro requisitos de forma simultânea: 1) aproveitamento racional e adequado; 2) utilizar os recursos que podem ser usados, mas também destinar áreas para serem preservadas; 3) obedecer o regulamento das relações de trabalho; e 4) explorar de forma favorável ao bem-estar dos trabalhadores e proprietários. Para garantir o aproveitamento racional da propriedade é necessário a execução de planejamentos sustentáveis.

O Bioma Mata Atlântica é um dos patrimônios nacionais, mas nem por isso os imóveis rurais com formações florestais nativos e ecossistemas associados são transformados em bens públicos. A utilização dessas áreas por meio do manejo florestal sustentável, como uma forma de planejamento florestal, requer cuidados com fundamentos jurídicos, em especial com a responsabilidade de manter a diversidade do ambiente para as gerações presentes e futuras.

Deste modo, a vegetação nativa pode ser dividida em área de: preservação permanente, reserva legal e uso consolidado (Lei nº 12.651, 2012). A reserva legal é uma área descrita na norma que poderá ser manejada, tanto para o consumo na propriedade como para fins comerciais. Sempre é importante lembrar que a vegetação é um recurso renovável (Mota, 2012),

mas na dúvida deve-se aplicar o princípio *in dubio pro natura*, assim como o princípio da precaução.

De acordo com Schneider e Finger (2000), a diversidade de espécies, a estrutura da comunidade e as árvores portadoras de sementes como fonte de regeneração devem ser observadas ao manejar florestas inequidêneas heterogêneas. A condução da estrutura da comunidade ou de um povoamento florestal será eficiente caso ocorra a realização de tratos e métodos silviculturais adequados. A fim de ter mais embasamento nas decisões ao manejar florestas nativas são imprescindíveis estudos precursores sobre: dispersão efetiva de propágulos (Zimmermann et al., 2015), regeneração natural (Kilca et al., 2011) e interações entre populações de florestas naturais com a finalidade de crescimento e produção.

Neste contexto, pesquisas com respostas sobre o desenvolvimento das espécies e a maneira como ocorrem essas interações ecológicas no espaço e ao longo do tempo ajudarão na tomada de decisão e minimizarão a utilização dos princípios de precaução ou prevenção, facilitando o deferimento de projetos de licenciamentos que visem a exploração de recursos naturais de forma sustentável. Portanto as perguntas que orientam o desenvolvimento da tese foram:

1. Como as sombras de propágulos no momento pós-dispersão se comportam ao entorno da fonte?
2. Quais as interações interespecíficas da comunidade florestal com os propágulos e regenerantes naturais de uma espécie?
3. É possível conservar a diversidade de espécies na área e ao mesmo tempo conduzir uma população com intuito de exploração florestal sustentável?

Para responder a esses questionamentos, em um curto prazo de tempo, foi essencial escolher uma espécie que não forma banco de sementes no solo, mas sim banco de plântula. Deste modo a espécie escolhida para atender a essas demandas foi o Angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). Essa espécie pertence à família Fabaceae, e ao grupo ecológico das espécies heliófilas e pioneiras (CARVALHO, 1994), possui grande produção de propágulos com formação de banco de plântulas e crescimento rápido nas classes iniciais de regeneração natural. Produz madeira nobre e resistente de reconhecida importância.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral simular um cenário que beneficie a condução do povoamento de *P. rigida* a fim de que a distribuição espacial dos propágulos seja direcionada a locais determinados, e conseqüentemente ocorra o estabelecimento dos regenerantes naturais.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar se há dependência espacial no fenômeno dispersão de propágulos da população de *P. rigida*.
- Verificar as probabilidades por meio das interações interespecíficas e quais as limitações causadas no arranjo espacial da população de *P. rigida* pela comunidade florestal.
- Criar uma prognose de condução da distribuição espacial diferente do arranjo espacial inicial da população de *P. rigida*, respeitando a diversidade na área.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ORDENAMENTOS JURÍDICOS SOBRE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL

Iniciaremos pelos diplomas legais a partir da explanação de conceitos jurídicos, seguindo pela doutrina e trabalhos científicos. Este item não teve a intenção de esgotar o tema, até porque a legislação sofre quase todos os anos alterações. As legislações usadas estão vigentes, assim como alguns ordenamentos estaduais que foram citados no decorrer do texto. As legislações federais usadas foram: Constituição Federal CF/1988, Código Florestal - Lei 12.651 (Brasil, 2012), Lei e Decreto do Bioma Mata Atlântica - Lei 11.428 (Brasil, 2006) e Decreto 6.600 (Brasil, 2008).

Quando o assunto é Mata Atlântica os ordenamentos jurídicos apresentam, muitas vezes, uma dicotomia entre a legislação federal e as estaduais. Enquanto, a primeira reconhece que será apenas por meio do manejo florestal possível utilizar os recursos naturais da vegetação; a segunda, em muitos Estados, restringe qualquer meio de exploração. Inclusive estende essa restrição a áreas de reserva legal, mesmo que a utilização dos recursos naturais seja planejada com princípios do Manejo Florestal Sustentável. Em outros casos, os Estados tentam criar dispositivos inconstitucionais - CF/1988, como dispensar estudos de impacto ambiental em obras com fins empresárias (Sarlet e Fensterseifer, 2014).

É evidente que, na maioria das vezes, quem cria as legislações não a domina, nem leva em consideração o trabalho científico, ou muito menos procura ajuda, por meio de parceria com pesquisadores de Universidades e Instituições de pesquisas. Como exemplo, temos a norma de execução para elaboração do plano de manejo - IBAMA, nº 01/2007 no Bioma da Amazônia, onde um dos critérios é deixar 10 % das árvores exploradas, respeitando o mínimo de três árvores por espécie a cada 100 ha. De acordo com Magalhães e Freitas (2013), caso o mínimo seja atendido, será suficiente para permitir a manutenção do meio ambiente? Está coerente com a manutenção da biodiversidade?

Outro exemplo foi o projeto intitulado: “Revitalização da pequena propriedade rural na região central do Rio Grande do Sul”, que acompanhou e descreveu a burocracia do produtor para conseguir retirar 2 m³ de madeira de sua propriedade (Floresta Colonial, nº 08 e 09/2001). A conclusão diante dessas situações é que as atitudes do setor público desestimulam os proprietários a seguirem a legislação, e quem acaba perdendo é o meio ambiente. Consequentemente, por falta de coerências do setor público, muitos produtores dividem a aflição e a insegurança jurídica de passar por toda a burocracia sem ter êxito no final, e acabam

preferindo consumir madeira oriunda da Amazônia, sem a certeza da “cadeia de custódia” desse produto.

Na Mata Atlântica, a burocracia dificulta o desenvolvimento das atividades referentes ao setor florestal, afetada inclusive pela exploração de madeira ilegal na Amazônia. Dados disponibilizados pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, mostram que 80% da extração anual de madeira da região Amazônica sejam de origem ilegal e o Estado de São Paulo consome cerca de 25% dessa madeira na construção civil, conforme a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente de São Paulo. De acordo com Lacerda et al. (2012), a grande maioria dos produtores no Sul do Brasil não consideram as áreas de florestas nativas como fonte de serviços, mas como um obstáculo a outras atividades econômicas mais rentáveis. No entanto, compartilha-se, assim como um grupo de pesquisadores (Lacerda et al, 2012), que as florestas naturais do Sul do Brasil sejam parte da vida rural dos produtores.

Diante destes motivos, a proposta é tratar apenas dos ordenamentos jurídicos federais que ajudarão o Engenheiro Florestal a executar seu trabalho de forma correta em benefício do meio ambiente. Deste modo, quais variáveis devem ser levadas em consideração para ser possível manejar um povoamento de floresta nativa no Bioma Mata Atlântica em consonância com a Legislação Federal? E quais áreas em uma propriedade rural podem ser manejadas?

Apesar de não especificar o Bioma Mata Atlântica, será levada em consideração a hierarquia das normas e o primeiro artigo onde o direito ambiental foi garantido e está vigente na Constituição Federal de 1988 é o Art. 225 (Brasil, 1988), que discorre: “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações, além de prover o manejo ecológico das espécies [...]”.

As áreas de reserva legal e em outros locais que não sejam área de preservação permanente seguindo a orientação do Código Florestal Federal - Lei 12.651/2012 (Brasil, 2012) - Art. 17 § 1º e § 2º - são admitidos a exploração econômica mediante manejo sustentável. Vale ressaltar, que em pequenas propriedades ou posse familiar os procedimentos deverão ser simplificados. Mas, quando a redação traz que é possível manejar “apenas se for aprovado pelo órgão competente do SISNAMA”, este por sua vez trata áreas de reserva legal com a ideia de serem áreas de preservação permanente. Nos artigos subsequentes do CFF, mais uma vez fica estabelecida a possibilidade de manejar, desde que sejam adotadas práticas de manejo sustentável para exploração florestal com propósito comercial (Art. 20). Sendo importante assegurar a manutenção da diversidade das espécies (Art. 22, inciso II), uma das orientações prevista no código.

O CFF - Lei 12.651/2012 (Brasil, 2012) no Art. 31 descreve os fundamentos técnicos e jurídicos para atender as exigências estabelecidas para a exploração de florestas nativas. Diante dos nove incisos do Art. 31, dois chamam a atenção, pois corroboram com as medidas que foram levadas em consideração para o desenvolvimento desta tese como a promoção da regeneração natural e a adoção de sistema silvicultural adequado. Ainda há possibilidade da exploração anual de 20 m³ caso o proprietário não esteja disposto aos processos burocráticos de um plano de manejo florestal e queira apenas explorar sua propriedade sem propósito comercial. Essa exploração é tratada no Art. 23 e orienta o proprietário apenas a comunicar ao órgão competente, pois esse volume sem propósito comercial não depende de autorização.

No art. 81 do CFF - Lei 12.651/2012 (Brasil, 2012) usando de suas atribuições reafirma no caput do Art. 35 da Lei da Mata Atlântica de n° 11.428/2006 (Brasil, 2006) que: os imóveis rurais ou urbanos com vegetação primária ou secundária em qualquer estágio de regeneração localizados no Bioma Mata Atlântica devem ser conservados, pois cumprem função social e são de interesse público. Um dos conceitos de conservação da natureza para que possa produzir o maior benefício e devendo gerar em uma área a atitude de preservá-la, mantê-la, utilizá-la, restaurá-la e/ou recuperá-la, está expresso no Art. 2º, inciso III, da Lei n° 9985/2000 (Brasil, 2000). A escolha de qual atitude proceder pode ser usada de forma combinada ou individual desde que satisfaça as necessidades e aspirações futuras.

Acredita-se que desenvolver áreas com florestas (exceto áreas de preservação ambiental) precisam ser motivadas e acompanhadas de orientações técnicas capazes de gerar retornos financeiros, sociais e ambientais positivos. Logo, os produtores não podem ser criminalizados por buscarem capitalizar suas florestas através do manejo florestal sustentável. Agrelli (2013), inclusive interpreta o quanto é importante a conciliação da intervenção ao meio ambiente concomitantemente ao dever de protegê-lo, e menciona a relação entre o fomento das atividades econômicas com a utilização sustentável do meio ambiente em propriedades rurais.

Entretanto, Antunes (2011) afirma que existem incertezas científicas quanto ao uso dos recursos florestais e por este motivo o princípio da precaução se sobrepõe ao interesse social. Mas, será que agir com prudência por causa das incertezas científicas é a melhor alternativa para garantir um meio ambiente para as futuras gerações? Ainda o mesmo autor, esclarece que em nenhum momento este princípio poderá ser usado para embargar planejamentos que estão seguindo todos os cuidados e consoantes aos ordenamentos jurídicos.

O Decreto n° 6.660/2008 (Brasil, 2008) que regulamenta a Lei 11.428/2006 (Brasil, 2006), ambos criados exclusivamente para o Bioma Mata Atlântica, apresenta diretrizes sobre a proteção e utilização da vegetação nativa. Estes diplomas legais esclarecem que exploração

sustentável significa utilizar recursos naturais garantindo estratégias para manter a biodiversidade e os processos ecológicos do ambiente.

No art. 28 e art. 35, respectivamente, da Lei e Decreto supracitados, a exploração seletiva da vegetação secundária em estágio médio de regeneração poderá ser autorizada pelo órgão estadual, desde que a presença de espécies arbóreas pioneiras seja maior que 60% quando comparada as demais espécies. Note que a frase, nos artigos 28 e 35, está no plural e não no singular. Isso significa que são as espécies que devem somar 60% da abundância na área, e não necessariamente uma única espécie representando 60% da abundância na área. Ou seja, uma única espécie somando 60% de abundância é uma das opções contidas, mas não a única. Caso, este critério de ter 60% da presença de espécies arbóreas pioneiras não esteja em conformidade fica vedado a exploração seletiva da vegetação secundária.

O desenvolvimento sustentável, quando se trata da exploração dos recursos naturais, apenas será alcançado se estes recursos forem utilizados de forma racional (Agreli, 2013), através de contínuas pesquisas científicas que tragam segurança no momento da utilização das áreas florestais com espécies nativas. Portanto, é importante a parceria de todos os setores que têm interesse no desenvolvimento sustentável do meio ambiente, em especial da Mata Atlântica, pois é necessário mobilização para ajudar o nosso País a criar legislações que na prática possam funcionar (Passos e Mantovani, 2016), até porque, a lei por si só, geralmente, não altera a realidade de uma sociedade, inclusive o funcionamento dos mecanismos ecológicos.

2.2 QUAL A IMPORTÂNCIA DA REGENERAÇÃO NATURAL PARA A EFICIÊNCIA DO MANEJO FLORESTAL EM ÁREAS COM VEGETAÇÃO NATIVA?

A inserção de madeira tropical, oriunda de floresta nativa, no mercado mundial deve atender aos critérios do manejo, como sustentabilidade e conservação da biodiversidade (Ferreira e Silva, 2008). Para Silva (1996), existem cinco passos para o manejo ser eficiente, e um dos mais relevantes é monitorar o desenvolvimento florestal antes e após exploração madeireira. Logo, manejar florestas naturais envolve o ordenamento da exploração sustentável, sem promover a degradação da estrutura da vegetação, conservando a biodiversidade (Sousa, 2009).

De acordo com Solomom (1980) estudos sobre as populações, como eventos que influenciam no desempenho, distribuição e abundância, fazem parte da dinâmica florestal; e conhecer esses fatores que orquestram a dinâmica possivelmente aumentam a chance em

facilitar as tomadas de decisões do administrador florestal. Neste contexto, para garantir a sustentabilidade e a conservação da biodiversidade, em áreas de vegetação nativa, são necessários estudos sobre a dinâmica florestal, que contemplem o comportamento individual das espécies e os mecanismos bióticos e abióticos capazes de interferir no desenvolvimento da população de interesse.

O conceito de manejo florestal sustentável conforme a Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012) significa administrar a vegetação natural contanto que assegure os mecanismos de sustentação do ecossistema. Diante desses mecanismos, Schneider e Finger (2000) citam as árvores portadoras de sementes como fonte de regeneração para estruturar a comunidade florestal. Se os elementos ecológicos são examinados, então a compreensão dos mecanismos limitadores da dispersão de sementes fica mais evidente (Traveset e Rodríguez-Pérez, 2019).

Mas, qual o objetivo do Manejo Florestal? Para Scolforo (1998), o manejo em florestas nativas tem como principal objetivo utilizar os recursos naturais para aumentar a qualidade do produto, além de conservar a diversidade biológica, os recursos naturais, a estrutura da floresta e suas funções. Schneider (2008) complementa que o manejo florestal é importante para produzir madeira de forma contínua e eficiente, além disso afirma que nenhuma área florestal deveria ser destinada à produção de madeira sem que antes estudos ocorressem, especialmente estudos sobre a regeneração natural.

Diante dos sistemas silviculturais Hoppe (1999) agrupa-os em três categorias de forma prática e didática. Essas categorias são: talhadia, alto fuste e especiais; e a sua escolha dependerá das espécies e do objetivo do manejo, visando o sucesso da regeneração, além de poder ser usado de forma combinada. Em sistemas de alto fuste jardinado por regeneração natural a dispersão de propágulos orienta a forma que o manejo será conduzido para beneficiar as fontes de propágulos. Deste modo, a dispersão é o primeiro fator que pode afetar a habilidade das espécies de plantas colonizarem novas áreas (Willson, 1992).

Quando se considera uma população anemocórica em função da comunidade florestal, há uma teoria que chama a atenção para a “influência causada na velocidade do vento conforme a permeabilidade de suas copas” e conseqüentemente afetará na distribuição espacial (Nathan et al., 2002; Brown e Dekay, 2004). Outras teorias que chamam atenção para o tema foram “a primeira Lei da Geografia” de Tobler (1970), segundo a qual todas as coisas são parecidas, mas coisas mais próximas se parecem mais que coisas mais distantes; e a “teoria de mosaicos – ecologia espacial” de Aubréville (1938 apud Chazdon, 2016), que forneceu um novo olhar aos avanços que a sucederam como “sombreamento dos propágulos” de Janzen (1971).

Observa-se que as duas últimas teorias têm como princípio a espacialidade, sendo fundamental para compreender a dependência e distribuição espaço-temporal de uma população e o aspecto sinecológico ao qual está inserida. A primeira teoria se correlaciona às demais no momento de explicar como as copas podem interferir nos núcleos de dispersão dos propágulos.

Se o modelo teórico cujo vetor de seus propágulos é vento, então a distribuição espacial da população é aleatória, conforme Silva et al. (2008) e Pereira et al. (2011), pois os locais de deposição são imprevisíveis (Christianini e Martins, 2015). De acordo com os autores, denotam-se que o resultado de independência espacial está em função da ausência de vínculo entre o local onde a semente irá cair para germinar e a distância da fonte.

Logo, o conhecimento acerca da distribuição espacial é fundamental para a tomada de decisões em planos de manejo (Negrine et al., 2012), principalmente no que tange aos sistemas silviculturais voltados a domesticar a dispersão de propágulos e conduzir suas regenerações naturais. A regeneração de florestas depende da capacidade do vegetal em propagar-se no ambiente ao qual está inserido, podendo ser de forma assexuada e/ou sexuada, cada forma com vantagens e desvantagens.

A forma assexuada, vegetativa ou agâmica foca em característica desejáveis, ideal para escolha de árvores matrizes; mas com o inconveniente da propagação ter baixa diversidade genética, pois segundo Kämpf (2005) há maior fidelidade ao fenótipo da matriz. Ainda a mesma autora esclarece que a forma sexuada, reprodutiva ou gâmica é mais exigente, pois envolve a formação de sementes e a quebra de dormência para que ocorra a germinação, além disso aumenta a variabilidade genética alterando-se o fenótipo original.

Ambas formas de propagação são o que definirá qual o sistema de manejo que será implantado em determinada floresta; ou seja, talhadia, alto fuste ou misto. No método de talhadia é necessário que a espécie apresente capacidade de rebrota nos tecidos vegetais (Meyer, 2015). Claramente este método é derivado da forma assexuada, pois não há envolvimento de gametas, sendo indicado para espécies com problemas de dispersão e germinação das sementes. Já, o método de alto fuste – forma sexuada, um dos mais utilizados em florestas inequiâneas (Schneider e Finger, 2000), apresenta a característica de que todas as árvores serão oriundas de sementes, espontâneas ou introduzidas na área.

Mas, como podemos afirmar que manejar determinada espécie em floresta nativa será viável? Como poderemos manejar sem haver estudos pilotos apontando sobre: distribuição espacial, produção e dispersão de propágulos, ingresso, incremento, mortalidade da população

de interesse e interações com a comunidade florestal? Em florestas nativas, existem espécies com as mais diferentes características silviculturais, ecológicas e tecnológicas, e as informações de como estas crescem (Scolforo et al, 1996) e interagem são escassas, até mesmo em áreas submetidas ao regime de manejo.

Ivanauskas et al. (2012), Gandolfi (2000) e Lopes et al. (2010) avaliaram que acompanhar processos ecológicos naturais (chuva, sombra e banco de sementes; presença de polinizadores e dispersores) são os principais componentes para uma boa condução das comunidades. Logo, o papel da ciência florestal no âmbito do manejo florestal sustentável é produzir conhecimento sobre a estrutura e funcionamento dos ecossistemas (Santos et al., 2012) de forma prática e objetiva, sem esquecer de planejamentos que contemplem metodologia SMART (Doran, 1981) e ciclo PDCA (Shewhart, 1920).

A regeneração natural é conceituada por Scolforo (1998) e Chazdon (2013) como sendo os indivíduos jovens que continuarão o processo de manutenção da biodiversidade em diversos estágios sucessionais, inclusive nos processos de sucessão secundária. Por este motivo a regeneração é importante para que o manejo florestal tenha eficiência e apresente resiliência. Existem autores que consideram a regeneração natural como parte integrante no planejamento do manejo florestal (Pereira, 2015; Severiano, 2015; Zimmermann, 2014).

No Bioma da Mata Atlântica, as experiências do monitoramento com uso de parcelas permanentes foram descritas por Sanqueta (2008) que mostrou modelos com a inclusão da regeneração natural. Estes modelos deram subsídios para as decisões técnicas e políticas que minimizem os danos sobre os recursos florestais. No entanto, ainda existem poucos trabalhos que levam em consideração estes fatores, principalmente, quando o assunto é mensurar a distância de dispersão efetiva de sementes (Nathan et al., 2000; Clark et al., 1999). De acordo com Zimmermann et al. (2015), ao determinar a distância entre as árvores portadoras de propágulos e o local onde a semente chegará é possível planejar quantas árvores serão suficientes para recobrir um local pré-determinado. Portanto, pesquisas que levam em consideração a distância efetiva de sementes, regenerantes naturais, dinâmica e as interações da comunidade em função da espécie, que se pretende manejar, são fundamentais para desenvolver metodologias eficientes que minimizem riscos e melhorem o desenvolvimento florestal sustentável.

2.3 ESTATÍSTICA ESPACIAL AUXILIANDO PESQUISAS NO ÂMBITO DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

A estatística, seja espacial ou clássica, é uma teoria consistente e visa aperfeiçoar o domínio do observador sobre os eventos, por meio do manejo acerca da quantificação do observável (Caumo, 2006). De acordo com Druck et al (2004), evento significa qualquer fenômeno dentro da escala investigada que tenha uma representação pontual no espaço. Mas, de que forma verificamos se em determinado conjunto de dados poderá ser aplicada a estatística espacial? A resposta é simples, caso exista perguntas ou hipóteses sobre o mecanismo da disposição do observável e a dependência entre as observações ao longo do espaço geográfico poderá, sim, ser usada a estatística espacial.

Apesar, de a estatística clássica ser aplicada no tratamento de dados, testes de hipóteses, análise de variância e modelagem, existe o inconveniente de não permitir considerar o espaço geográfico, ou seja, não avalia se o local fará diferença nos resultados analisados (Druck et al., 2004). Quando se usam equações de regressão, por exemplo, devem ser cumpridas as condicionantes de homogeneidade da variância, normalidade e independência dos resíduos.

Ao aplicar métodos de análise espacial os principais questionamentos são: qual a variabilidade espacial do conjunto de dados? Qual a interação espacial do observável? Por estes motivos, indica-se a estatística espacial para auxiliar as tomadas de decisões em qualquer que seja a área da ciência desde que exista dependência espacial entre as observações (Batista et. al, 2016; Pereira, 2015; Ceddia et. al, 2009; Anjos et. al, 2004) e principalmente nas rurais. A utilização da estatística espacial, não exclui uma análise preliminar dos dados através da estatística clássica descritiva, pois é de extrema importância conhecer o observável (Amaral et al., 2015).

Vale ressaltar que, as técnicas de análise espacial têm por objetivo principal delinear padrões existentes e identificar interações entre as diferentes variáveis geográficas (Druck et. al, 2004). Na ciência florestal criou-se o termo “silvicultura de precisão” e de acordo com Brandelero et al (2007) viabiliza intervenções mais precisas e adequadas nas florestas, pois baseia-se na análise de dados geoespaciais.

Os tipos de dados espaciais são descritos por Schabenberger e Gotway (2005), como: geoestatística, processos pontuais e dados de área (Quadro 1). Essa tese de doutorado limita-se a explicar os dois tipos de dados espaciais, processos pontuais e geoestatística, que foram

utilizados como um dos critérios de decisão para montar um modelo de prognose. Logo, esses tipos de dados espaciais inferem sobre a distribuição, correlação ou dependência espacial.

A Geoestatística é o ramo da estatística aplicada que visa desenvolver e aplicar modelos para representar fenômenos naturais (Bettini, 2007). Ao indexar no espaço uma variável, na Geoestatística, significa que a variável é regionalizada (Jounel; Huijbregts, 2003). De acordo com Yamamoto e Landim (2013), as variáveis regionalizadas não podem ser mensuradas por uma função determinística, mas por modelos estocásticos.

Então, quando o observador aplicar técnicas geoestatísticas poderá descrever e modelar padrões espaciais, além de obter a incerteza associada a um valor estimado, prever valores em locais não amostrados e aperfeiçoar malhas de amostragem (Andriotti, 2003), no seu conjunto de dados.

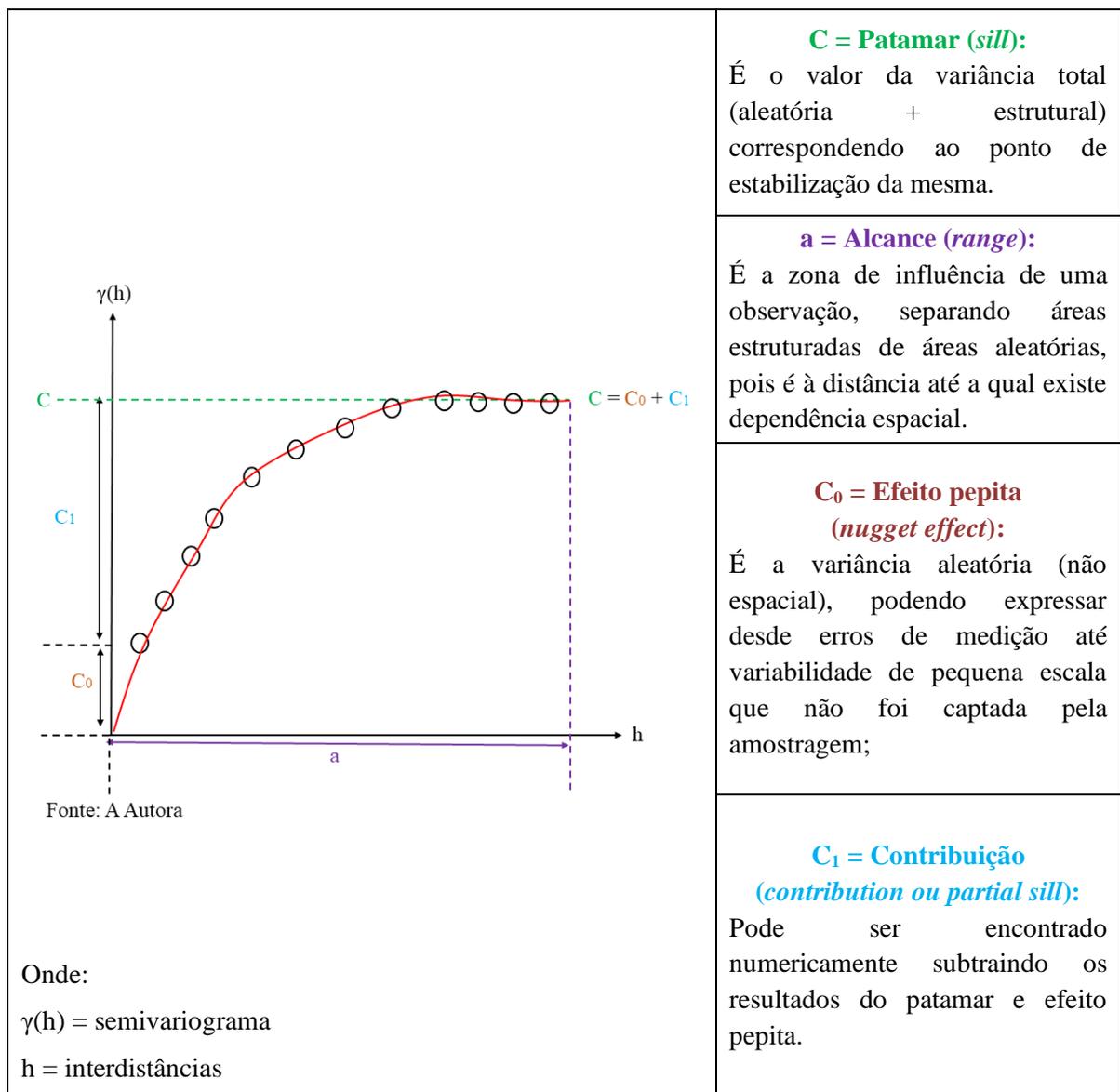
Quadro 1 - Características dos tipos de dados espaciais.

TIPOS DE DADOS ESPACIAIS	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
Geoestatística	<ul style="list-style-type: none"> • Domínio D fixo e contínuo ; • Associam a continuidade ao domínio D, e não às variáveis medidas; • Pode ser encontrado na literatura como dados espaciais com variável contínua.
Processos Pontuais	<ul style="list-style-type: none"> • Domínio D é aleatório, assim como o número de ocorrências; • Domínio D também é contínuo; • Pode ser encontrado na literatura como dados de padrão de pontos, sendo caracterizado por ter ou não marcas.
Dados de área	<ul style="list-style-type: none"> • Domínio D é fixo e discreto, em outras palavras, não aleatório e contável; • Pode ser encontrado na literatura como dados regionais ou lattice.

Fonte: Schabenberger e Gotway (2005), adaptado pela Autora.

Se houver dependência espacial será por meio do semivariograma que é possível visualizar tal informação. Mas, a obtenção de um valor numérico da dependência espacial será mensurada pelos parâmetros estimados, modelo teórico ajustado ao semivariograma experimental (Seidel; Oliveira, 2014). Sendo que os modelos de semivariograma (por exemplo: efeito pepita puro, esférico, gaussiano, exponencial) podem ser ajustados pelo método dos mínimos quadrados ordinários ou ponderados, máxima verossimilhança (restrita ou não) e abordagem bayesiana. Os parâmetros, expresso no quadro 3, foram descritos de acordo com Andriotti (2003), Amaral et. al (2015) e Ferreira (2014).

Quadro 2 - Localização dos parâmetros com suas respectivas características em um modelo teórico de semivariograma qualquer (linha contínua) ajustado sobre um semivariograma empírico.



Fonte: Schabenberger e Gotway (2005), adaptado pela Autora.

Para verificar a existência de dependência espacial usa-se o envelope simulado (Ribeiro Jr; Diggle, 2001). A construção do envelope depende dos valores (mínimo a máximo) dos semivariogramas modificados, definindo uma região de ausência de dependência espacial da variável de interesse (Guedes et al, 2008). Ressalta-se que, a definição do modelo poderá ser realizada através dos parâmetros supracitados (Seidel, 2013), concomitantemente com os índices: o grau de dependência espacial, a razão da dependência, grau de aleatoriedade espacial (Yamamoto; Landim, 2013), e dependendo da experiência do pesquisador poderá ser escolhido “a sentimento” (Mello et al., 2005).

Existem estatísticas geradas a partir da validação cruzada que auxiliam nessa escolha como: média do erro, desvio padrão do erro, erro médio reduzido, desvio padrão dos erros reduzidos, erro absoluto, coeficiente de determinação (Faraco et al., 2008). Ao escolher o modelo do semivariograma, o próximo passo é o procedimento inferencial de krigagem, pois segundo Machado et al. (2007), o interpolador utiliza o semivariograma na modelagem.

Por fim, temos o processo de ponto espacial caracterizado como mecanismo estocástico, pois gera um conjunto contável de evento X_i no plano (Diggle, 2014). Ainda o mesmo autor apresenta conceitos estocásticos e isotrópicos, neste os processos são invariantes na conversão, enquanto aqueles são invariantes na rotação.

O processo pontual pode ser caracterizado com ausência ou presença de marcas. Estas marcas podem ser numéricas (quantitativa) ou categóricas (qualitativa). Mas, de que forma este método pode ser usado nas ciências rurais? Nas ciências rurais, principalmente na engenharia florestal, um dos interesses na utilização deste método é definir o padrão (aleatório, regular ou agregado) de uma população ou comunidade (Pereira, 2015; Severiano, 2015; Zimmermann, 2014). As funções comumente utilizadas, no meio das Ciências agrárias, pelas quais os testes baseiam-se são: K, L (Pereira et al, 2013; Ripley, 2004 apud Ciprioni et al., 2016; Higuchi et al., 2010) G, J e F (Olinda, 2008).

Os critérios conceituais para a definição das distribuições é conforme Schabenberger e Gotway (2005):

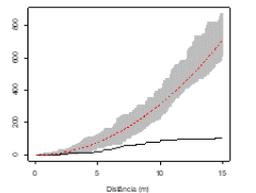
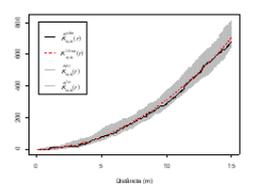
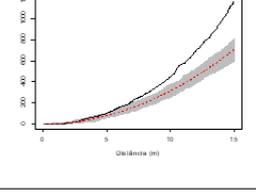
- Aleatório (random): número de eventos por unidade de área homogêneo e independente, em todo o domínio D; sendo a principal hipótese nula testada, ou seja, CAE;
- Agregado (clustered): é um desvio da hipótese nula, onde a distância média entre um evento e o seu vizinho mais próximo é menor quando comparada ao processo aleatório. Logo, o número de eventos por unidade é mais concentrado em determinado local da área pesquisada;

- Uniforme (regular): é desvio da hipótese nula, onde a distância média entre os eventos e seu vizinho mais próximo é maior quando comparado ao processo aleatório.

O interesse do observador quando utiliza o processo pontual sem marca é definir o arranjo espacial em aleatório, regular ou agregado. Na literatura, pode ser encontrado como análise espacial univariada (Silva et al, 2008; Dalmaso et al, 2013). A hipótese nula testada, geralmente, é de completa aleatoriedade espacial (CAE). Dependendo da função (K, L, J, G e F) caso sejam inseridas marcas por meio da função cruzada de K, L ou G será possível identificar interações espaciais de associação, completa independência ou inibição espacial (Ber et al., 2012).

Nos processos pontuais marcados, a hipótese nula testada é de completa independência espacial (CIE), podendo ser encontrado na literatura como análise espacial bivariada caso a marca seja qualitativa binária (Diggle et al., 2003). Neste processo esperasse as seguintes respostas da interação entre os eventos: dissociação, associação e independência espacial (Quadro 3). Sendo que, a interpretação dos resultados da função K, seguiu o proposto por Olinda (2008), Higuchi et al. (2011) e Rochelle et al. (2015):

Quadro 3 - Localização dos parâmetros com suas respectivas características em um modelo teórico de semivariograma qualquer (linha contínua) ajustado sobre um semivariograma empírico.

	<p>Segregados, dissociados ou inibitórios:</p> <p>Quando o número de indivíduos do evento (j) for menor em torno do evento (i) quando comparado ao aleatório; ou seja, apresenta interação negativa, repulsão.</p>
	<p>Completa independência espacial:</p> <p>Quando o modelo nulo assume a estrutura espacial dos eventos gerados por dois processos independentes, com ausência de associação ou dissociação.</p>
	<p>Associados ou agregados:</p> <p>Quando o número de indivíduos do evento (j) tiver em excesso em torno do evento (i) quando comparado ao aleatório; ou seja, apresentam interação positiva.</p>

Fonte: Schabenberger e Gotway (2005), adaptado pela Autora.

Os envelopes de simulação (região cinza – Quadro 3) são construídos para descritores espaciais, sob as hipóteses de CAE ou CIE. Para facilitar a visualização podem ser empregados os envelopes de Monte Carlo (Schabenberger e Gotway, 2005).

Mas, qual a aplicabilidade de ambos os métodos (Geoestatística e Processos pontuais) na Engenharia Florestal? Em pesquisas desenvolvidas na Serra do Araripe/PE para florestas de espécie exóticas, foi possível verificar se as amostragens (inteiramente casualizado, gradeamento e aglomerado) influenciarão nos volumes individuais de madeira de eucalipto estimados por krigagem (Lundegren et al., 2016). Ainda, em florestas com espécies exóticas, Rufino et al. (2006), afirmam que o método de krigagem é eficaz para mapear a variabilidade espacial da produtividade de eucalipto e os atributos do solo.

Em floresta nativa, destaca-se o trabalho de Batista (2018) que explicou a variação da produção de frutos de *Bertholletia excelsa*, assim como as variáveis que influenciam na produção de frutos. Pelissari et al. (2016), com a ferramenta de krigagem, mapeou e correlacionou padrões espaciais e dinâmicos de grupos de espécies arbóreas sucessionais para auxiliar em políticas de restauração florestal.

A estatística espacial está sendo utilizado para avaliar a biodiversidade (Amaral et al, 2013), verificar padrões de distribuição espacial (Silva et al. 2008), detectar interações entre eventos (Higuchi et al. 2011; Machado et al, 2012), mapear e correlacionar padrões espaciais, além de inferir sobre a dependência espacial de variáveis (Klein et al., 2007; Pelissari et al., 2017). Portanto, a proposta principal em utilizar essas ferramentas no Manejo Florestal consiste em melhorar a eficiência, qualidade e utilização do produto florestal.

Lembrando que tanto na estatística clássica como na espacial qualquer falha no registro de informações biológicas relevantes limitará as conclusões extraídas de uma estatística, pois a natureza do padrão gerado por um processo biológico pode ser afetada pela escala física na qual o processo será observado (Diggle, 2014).

3 METODOLOGIA VISANDO A CONDUÇÃO DE UMA POPULAÇÃO ANEMOCÓRICA (*PARAPIPTADENIA RIGIDA* (BENTH.) BRENNAN) EM FLORESTA NATIVA.

3.1 LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS

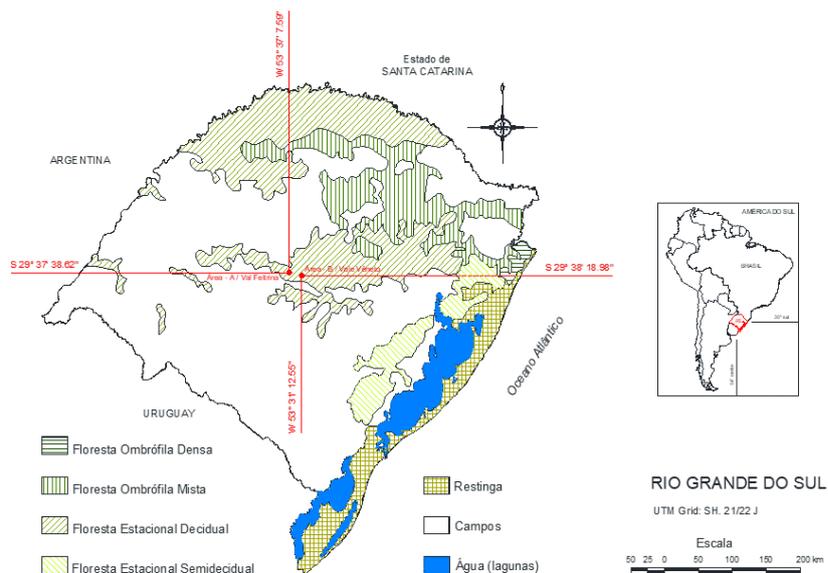
As áreas objetos de monitoramento estão localizadas nos Municípios de Silveira Martins – Distrito de Val Feltrina (área A) e São João do Polêsine – Distrito de Vale Vêneto (área B),

Estado do Rio Grande do Sul/RS (Figura 1). Ambas pertencem ao Bioma Mata Atlântica, domínio da Floresta Estacional Decidual (Veloso, 1992), e são formadas por fragmentos em diferentes estágios sucessionais. A tipologia florestal é marcada fisicamente pela acentuada caducidade do estrato superior (Marchiori, 2009).

Segundo a classificação de Köppen, o clima mesotérmico e úmido da região é do tipo Cfa, caracterizado como subtropical úmido, com verões quentes e sem estação seca definida (Alvares et al., 2013). O inverno, por sua vez, é ameno, mas sujeito a ondas de frio provocadas pelo deslocamento de anticiclones polares migratórios, podendo causar geadas, por vezes, intensas (Heldwein et al., 2009). A época fria ocasiona estacionalidade fisiológica da floresta com mais de 50% dos indivíduos despidos de folhas (IBGE, 2012).

O regime pluviométrico é isoigro, acumulando-se no ano uma média normal de 1.712,4 mm (Buriol et al., 2006). Mesmo a precipitação sendo bem distribuída ocorre assíduos períodos de déficit hídrico geralmente nos meses de novembro até fevereiro (Dalmolin et al., 2008). De acordo com a Embrapa (2006), o solo é predominantemente neossolo litólico húmico típico; apto à silvicultura (Dalmolin et al., 2008).

Figura 1 - Localização das áreas objeto de estudo nos Distritos de Val Feltrina e Vale Vêneto, RS.



Fonte: Sutuli (2007), adaptada pela Autora.

As áreas objetos do monitoramento fazem parte da Quarta Colônia do Rio Grande do Sul-RS, e estão localizadas nos Municípios de Silveira Martins e São João do Polêsine. Antigamente, em ambas as áreas da pesquisa, houve corte raso e aproveitamento da lenha,

seguido do preparo do solo com arado de aiveca e com plantios de espécies agrícolas de ciclos curtos. Após as colheitas, as áreas foram abandonadas dando início ao processo de sucessão natural.

A primeira parcela instalada localiza-se em Val Feltrina, município de Silveira Martins/RS, com as seguintes coordenadas, latitude S 29°37'38,628" e longitude W 53°37'7.593", e será denominada de "área A". O início da medição ocorreu no ano de 2014. Nesta área, a altitude média, apresenta variação com limite inferior de 320 m e limite superior de 380 m.

Já a parcela denominada de "área B" está instalada no distrito de Vale Vêneto, município de São João do Polêsine/RS, sendo o primeiro monitoramento realizado em 2016. As coordenadas da área B, correspondem a: latitude S 29° 63' 9,89" e longitude W 53° 51'9,79". Nesta área, a altitude média, apresenta uma suave variação, com limite inferior de 287 m e limite superior de 302 m.

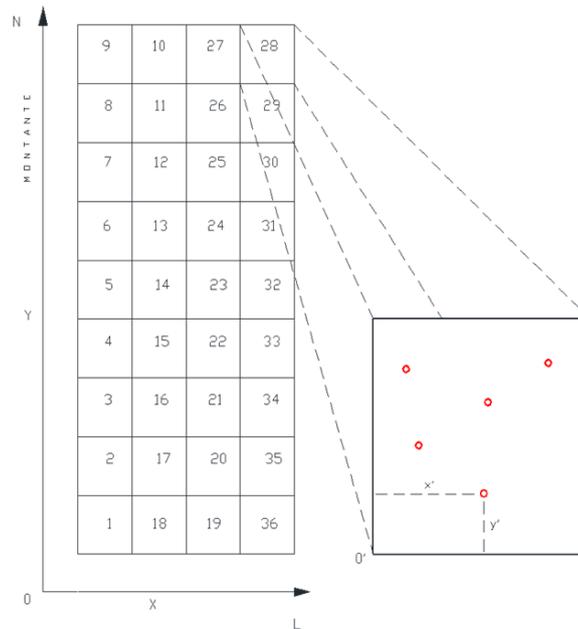
3.2 DIRETRIZES PARA INSTALAÇÃO DAS PERCELAS E MENSURAÇÃO DOS DADOS

3.3.2 Caracterização da amostragem

Nas áreas A e B foram inventariadas a população de *P. rigida* e espécies da comunidade desde que na posição sociológica: emergente e dominante (Severiano, 2015); com copas densa ou permeável e folhagem perenifólia nos meses de maio a agosto. As áreas amostrais foram orientadas no sentido norte-sul com dimensões de 60 m, sentido leste e oeste, e 135 m, sentido norte e sul (Figura 2), com inclinações médias de 27°. As seguintes informações foram coletadas: altura total (Ht), área de projeção de copa (APC), densidade das copas (densa ou permeável), folhagem das copas (perenifólia, caducifólia ou semicaducifólia – durante os meses de maio a agosto). posição sociológica (dominada, dominante ou emergente) e coordenadas cartesianas X e Y de cada indivíduo.

Foram considerados indivíduos emergentes aqueles com copas bem desenvolvidas e com alturas que superam o estrato do dossel dominante. Os indivíduos do dossel dominante, por sua vez, foram reconhecidos quando a parte superior da copa estava exposta a luminosidade e suas laterais tocando ou até mesmo ficavam entrelaçadas a outras copas deste dossel. Por fim, os indivíduos foram considerados dominados quando estavam com a parte superior de suas copas tocando, ou não tocando, o dossel dominante e não recebiam luminosidade direta em suas copas.

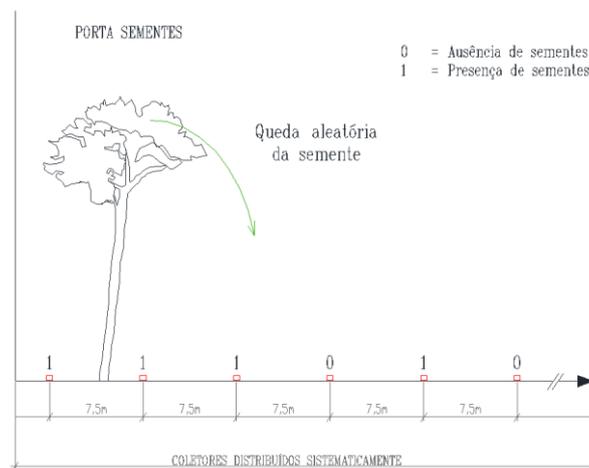
Figura 2 - Área amostral esquematizada para obtenção das coordenadas cartesianas através de medidas de distância, dentro de cada unidade amostral.



Fonte: A Autora

No interior de cada amostra foi distribuída de forma sistemática uma grade de coletores de sementes ($0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \times 3\text{cm}$) com distâncias de $7,5 \text{ m}$ entre eles (Figura 3). O monitoramento anual das áreas foi concluído em 2018 na área A (Val Feltrina) com 5 anos e na área B com 3 anos. Durante o monitoramento observou-se a presença ou ausência de sementes em seu interior.

Figura 3 - Esquematização, meramente, ilustrativa da frequência de semente nos coletores.



Fonte: A Autora

3.3 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

3.3.1 Técnica Geoestatística aplicada para avaliar a dependência espacial da população de *P. rigida*

Em cada coletor regionalizou-se a variável binária, presença (1) ou ausência (0) para a construção dos semivariogramas; envelopes de avaliação da estrutura espacial; ajuste e validação dos modelos teóricos; e krigagem indicadora para os mapas de probabilidade de ocorrência.

O *software* livre usado para manipulação dos dados foi o R (R Core Team, 2019), tendo como principais características ser de código-fonte aberto, multiplataforma, gratuito, expansível por pacotes, cuja linguagem é orientada a objeto e o ambiente gráfico de desenvolvimento foi RGui.exe.

O geoR (Ribeiro Junior; Diggle, 2001) foi o pacote para a análise dos dados espaciais. As distâncias máximas (H_{máx}) testadas para o semivariograma foram de 80% (118,18 m), 70% (103,41 m), 60% (88,63 m) e 50% (73,86 m). Em cada ano foram selecionados os três melhores ajustes e a construção do semivariograma foi por meio da função “variog” com o estimador robusto “modulus”, proposto por Cressie e Hawkins (1980):

$$\tilde{\gamma}(h) = \frac{\left\{ \frac{1}{|2N(h)|} \sum \left\{ |Z(x_i+h) - Z(x_i)|^2 \right\} \right\}^4}{\left\{ 0,457 + \frac{0,494}{2N(h)} \right\}} \quad (3.4.1)$$

Em que:

$\tilde{\gamma}(h)$ = semivariograma estimado

$N(h)$ = número de pares de valores medidos separado por um vetor distância h .

$Z(x_i)$ e $Z(x_i+h)$ = são os valores da i -ésima observação da variável regionalizada e i -ésima observação deslocada da distância h .

A função “vario.mc.env” realizou a tarefa de induzir o rompimento da estrutura de dependência espacial por meio de 99 simulações usadas para o cálculo dos envelopes de avaliação da estrutura espacial. Após o resultado dos envelopes aplicou-se a função “variofit” para o ajuste dos modelos teóricos: gaussiano, exponencial e esféricos (Journel e Huijbregts, 2003); pelo método dos mínimos quadrados ponderados (peso: “cressie”, sugerido por Cressie (1985)). Seguem os modelos com as linguagens na programação e suas respectivas funções:

✓ Esférico (sph):

$$\gamma(h)_{sph} = \begin{cases} 0, & h = 0 \\ C_0 + C_1 \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right], & 0 < h \leq a. \\ C_0 + C_1, & h > a \end{cases} \quad (3.4.2)$$

✓ Gaussiano (gaus):

$$\gamma(h)_{gaus} = \begin{cases} 0, & h = 0 \\ C_0 + C_1 \left\{ 1 - \exp \left[- \left(\frac{h}{a/\sqrt{3}} \right)^2 \right] \right\}, & h \neq 0 \end{cases} \quad (3.4.3)$$

✓ Exponencial (exp):

$$\gamma(h)_{exp} = \begin{cases} 0, & h = 0 \\ C_0 + C_1 \left\{ 1 - \exp \left(- \frac{h}{a/3} \right) \right\}, & h \neq 0 \end{cases} \quad (3.4.4)$$

Em que: **C0** = efeito pepita; **C1** = contribuição; **C0 + C1** = patamar; e **a** = alcance.

Para categorizar os modelos supracitados ao grau de variabilidade espacial, usou-se o índice de dependência espacial (IDE) específico para cada modelo, proposto por Seidel e Oliveira (2014; 2016):

✓ IDE Esférico (sph):

$$IDE_{sph}(\%) = 0,375 \times \left(\frac{C_1}{C_0 + C_1} \right) \times \left(\frac{a}{0,5MD} \right) \times 100 \quad (3.4.5)$$

Em que:

MD = medida de distância máxima usada no semivariograma

A interpretação dos resultados é que:

$IDE_{sph}(\%) \leq 7\%$ = dependência fraca

$7\% < IDE_{sph}(\%) \leq 15\%$ = dependência moderada

$IDE_{sph}(\%) > 15\%$ = dependência forte

✓ IDE Gaussiano (gaus):

$$IDE_{gaus}(\%) = 0,504 \times \left(\frac{C_1}{C_0 + C_1} \right) \times \left(\frac{a}{0,5MD} \right) \times 100 \quad (3.4.6)$$

A interpretação dos resultados é que:

$IDE_{gaus}(\%) \leq 9\%$ = dependência fraca

$9\% < IDE_{\text{gaus}} (\%) \leq 20\% =$ dependência moderada

$IDE_{\text{gaus}} (\%) > 20\% =$ dependência forte

✓ IDE Exponencial (exp):

$$IDE_{\text{exp}}(\%) = 0,317 \times \left(\frac{C_1}{C_o + C_1} \right) \times \left(\frac{a}{0,5MD} \right) \times 100$$

(3.4.7)

A interpretação dos resultados é que:

$IDE_{\text{exp}} (\%) \leq 6\% =$ dependência fraca

$6\% < IDE_{\text{exp}} (\%) \leq 13\% =$ dependência moderada

$IDE_{\text{exp}} (\%) > 13\% =$ dependência forte

Nos três modelos que se ajustaram ao comportamento para cada ano monitorado, aplicou-se a função “xvalid” para validação cruzada pela ferramenta krigagem. A seleção de um único modelo anual foi a partir dos melhores resultados estatísticos para os erros (médio, absoluto e médio reduzido); desvios padrões (do erro e do erro reduzido); e coeficiente de determinação ajustado (R^2_{ajust}), e que descrevessem da melhor forma os fenômenos naturais (Mello et al., 2005).

Após escolher o modelo, que representou a variabilidade observada em cada ano monitorado, os mapas com probabilidade de ocorrência dos propágulos foram estimados pelo semivariograma binário correspondendo à krigagem indicadora (Yamamoto e Landim, 2013) com a função de linguagem implementada por “krige.conv”.

✓ Krigagem Indicadora:

$$Z_I(x_i) = \begin{cases} 0_{\text{ausência de propágulos}} \\ 1_{\text{presença de propágulos}} \end{cases}$$

(3.4.8)

Em que:

$Z_I =$ variável binária

$$Z_{IK}^*(x_o) = \sum_{i=1}^n \lambda_i [Z(x_i)]$$

(3.4.9)

Em que:

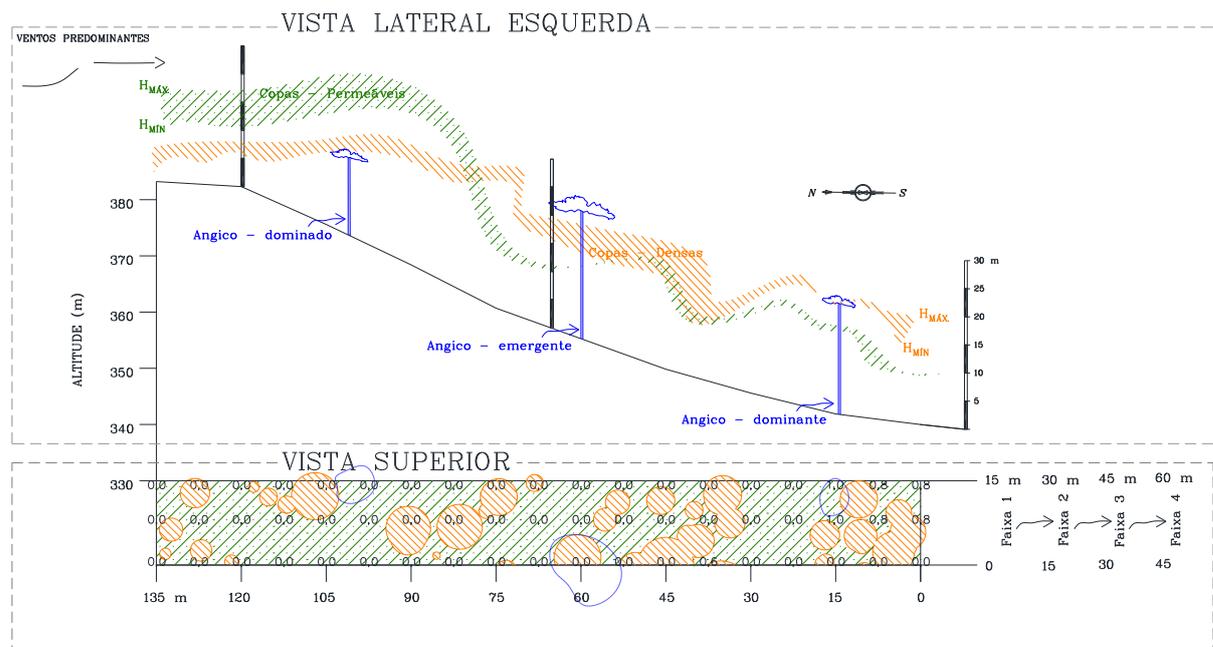
$n =$ número de amostras de $Z(s)$ envolvida na estimativa de $Z^*_{IK}(x_o)$

$\lambda_i =$ pesos associados a cada valor medido Z_{xi}

3.3.2 Análise gráfica e identificação das possíveis restrições para dependência espacial de *P. rigida*

Com os resultados dos mapas de probabilidade, estimados pela krigagem indicadora, projetaram-se as vistas lateral esquerda e superior das áreas no *software* AutoCAD (2020), conforme exemplo expresso na figura 4, com a finalidade de representar o posicionamento dos parâmetros inventariados com suas respectivas formas, dimensões e tamanho.

Figura 4 - Esquemática, meramente, ilustrativa das características morfométricas e da forma como o raio médio foi mensurado.



Fonte: A Autora

A configuração da parcela foi de 60 m (eixo X) por 135 m (eixo Y), e para facilitar a visualização dos objetos pelo observador a parcela foi fragmentada em quatro faixas. Logo, em cada faixa os intervalos no eixo Y foram de 0 a 135 metros e no eixo X corresponderam em: faixa 1 – 0 a 15 metros; faixa 2 – 15 a 30 metros; faixa 3 – 30 a 45 metros; e faixa 4 – 45 a 60 metros.

Na vista superior as informações que foram projetadas são: as copas das demais espécies, probabilidades da queda dos propágulos e copas dos angicos que dispersaram as sementes. As demais espécies foram divididas em copas densas (hachuradas na cor laranja), e copas permeáveis (hachuradas na cor verde). No primeiro momento as áreas de projeção de copa foram inseridas e delimitou-se os polígonos formados representando os locais com a

presença desses indivíduos. Os coletores, durante o tempo e o espaço, foram expressos com as probabilidades no intervalo de zero até um. As copas das portadoras de sementes (polígono ajustado de cor azul) foram representadas com as suas áreas de projeção de copa reais.

Na vista lateral a projeção foi composta pelas: altitudes das amostras, copas permeáveis e densas com as alturas máximas (HMÁX) e mínimas (HMÍN) dos indivíduos das demais espécies, com o intuito de delimitar as regiões ocupadas no dossel da floresta. Para os angicos as informações plotadas foram: área de projeção de copa, altura total (Ht), diâmetro à altura do peito em metros (DAPm) e classificação da posição sociológica (dominado, dominante ou emergente).

3.3.3 Técnica de processo pontual aplicada nos propágulos e regenerantes da população de *P. rigida*.

O processo pontual bivariado com marcas categóricas foi aplicado para investigar que tipo de relação ocorre entre regenerantes da população de *P. rigida* com as demais espécies da comunidade florestal, ou melhor, quais os processos de interações interespecífica. O *software* livre usado para manipulação dos dados, também, foi o R (R Core Team, 2019). A análise de padrões espacial de pontos no espaço com dados auxiliares (“marcas”) foi realizada pela função “KCross” com correção isotrópica “iso” da biblioteca spatstat (Baddely; Turner, 2005). As marcas bivariadas foram atribuídas da seguinte maneira:

- **Processo 1:** regenerantes naturais da população de *P. rigida* (i) × demais espécies da comunidade (j).

Como critério de inclusão, as “demais espécies” da comunidade (j) devem ter o índice de valor de importância (IVI%) > 1,5. A função K de Ripley (Ripley, 1976 apud Schabenberger e Gotway 2005) bivariada, foi utilizada para testar a hipótese de completa independência espacial (CIE) entre (i) e (j), calculado por meio de 99 simulações de Monte Carlo, com nível de significância de 0,02. Os resultados do processo pontual foram interpretados da seguinte forma:

- ✓ **Correlação positiva ou associação espacial (A):** quando o número de regenerantes da população de *P. rigida* (evento i) tiver abundância excessiva em torno da espécie - demais espécies da comunidade (evento j) - quando comparado ao CIE;
- ✓ **Correlação negativa, dissociação ou segregação espacial (D):** quando o número de regenerantes da população de *P. rigida* (eventos i) for menor em

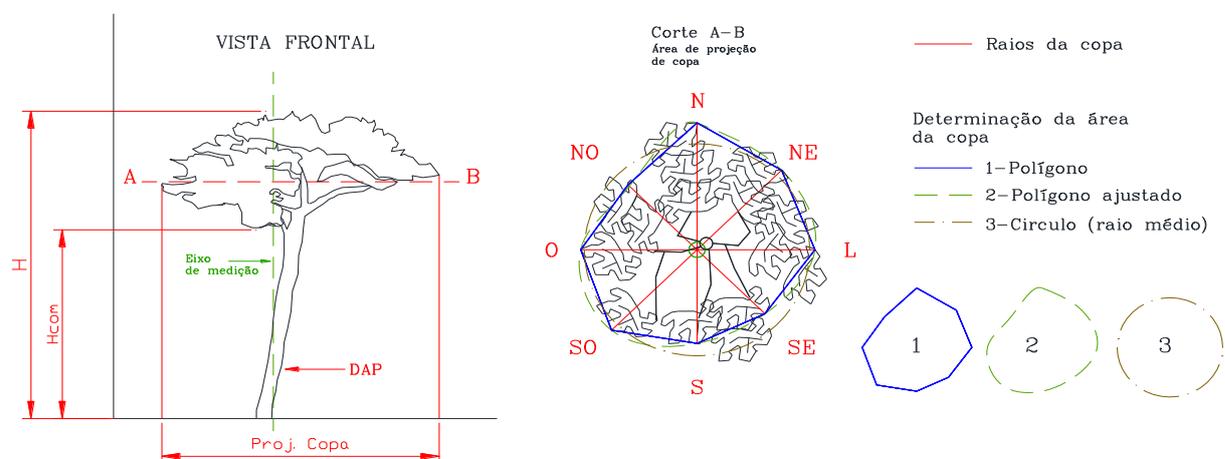
torno da espécie - demais espécies da comunidade (evento j) - quando comparado ao CIE;

- ✓ **Completa independência espacial (CIE):** linha contínua entre os envelopes de confiança indica eventos sem correlação.

3.3.4 Análise gráfica para identificação das interações interespecífica da comunidade com a população de *P. rigida*.

As imagens, projeções ortogonais, foram realizadas para cada área e cada ano de monitoramento, através do *software* AutoCAD (2020), com a finalidade de representar o posicionamento dos parâmetros inventariados com suas respectivas formas, dimensões e tamanho. A configuração da parcela foi de 60 m (eixo X) por 135 m (eixo Y). A expectativa é que os resultados encontrados pela função bivariada corroborem com as projeções ortogonais com vista superior das áreas com as seguintes informações: 1) núcleos de dispersão de propágulos, regenerantes naturais (iniciais e consolidados) e árvores adultas da população de *P. rigida*; 2) perímetro da copa com polígono ajustado (Figura 5), destacando a posição sociológica das demais espécies e das árvores produtoras de semente da população de *P. rigida*.

Figura 5 - Esquemática, meramente, ilustrativa das características morfométricas e da forma como o raio médio foi mensurado.



Fonte: A Autora

Neste contexto, o tipo de interação da função k marcada foi condição necessária, mas não suficiente para determinar o tipo de interação com os regenerantes da população de *P. rigida*. Quando os resultados apontarem um tipo de interação duvidosa, este deverá ser

confrontado com os principais critérios de Bradford Hill (1965), que foram adaptados para a presente análise:

- ✓ **A força da interação está livre de fatores que causem confusão?** No desfecho dessa relação é observável que com o aumento do evento *j* o número de eventos *i* diminuirá ou aumentará se exposto a essa condição. Ou seja, há um gradiente inversamente proporcional entre a presença do evento *i* e a ausência do evento *j* que se remete a “coerência no gradiente causa × efeito”.
- ✓ **Qual a plausibilidade do evento *j* ser uma competidora em potencial?** Há razão lógica para que este evento esteja limitando o recrutamento dos eventos *i*. Como o foco é que a população de *P. rigida* seja futuramente conduzida por um sistema de alto fuste jardinado por regeneração natural, as posições dos regenerantes e árvores adultas foram usadas como um indicativo necessário para inferência final das interações que geraram dúvidas.

Esse indicativo foi tratado como a “**coerência no gradiente causa × efeito**” medido pela simples presença de regenerantes iniciais ($50 \text{ cm} \leq H_t \leq 500 \text{ cm}$) e/ou regenerantes consolidados ($500 \text{ cm} > H_t$ e $\text{DAP} < 10 \text{ cm}$); árvores adultas e presença de sementes, todos da espécie *P. rigida*, sendo observados abaixo das copas das demais espécies.

Com estas informações foi possível inferir sobre a probabilidade (P) de os quatro eventos, ou melhor, as quatro fases da população *P. rigida*, acontecerem concomitantemente abaixo de uma determinada copa, ou seja, $P(\text{regenerantes iniciais} \cap \text{regenerantes consolidados} \cap \text{árvores adultas} \cap \text{presença de sementes nos coletores}) = P(A) \times P(B) \times P(C) \times P(D)$.

No levantamento sobre as informações ecológicas, apesar de não se ter esgotado o tema, buscou-se nas espécies da comunidade características como: heliofilia, alelopatia, capacidade de produção, indiferença aos fatores físicos do solo, preferência por tipos de solos, facilidade na germinação, rapidez no crescimento, tipo de dispersão de propágulos, grupos sucessionais, isto é, característica pertinente para inferir sobre contraste entre os resultados da função K de Ripley marcada mais as projeções ortogonais e consequentemente a consistência da interação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES VISANDO A CONDUÇÃO DE UMA POPULAÇÃO ANEMOCÓRICA (*Parapiptadenia rigida* (BENTH.) BRENAN) EM FLORESTA NATIVA

4.1 DEPENDÊNCIA ESPACIAL DO FENÔMENO DISPERSÃO DE PROPÁGULOS NA POPULAÇÃO DE ANGICO VERMELHO (*Parapiptadenia rigida* (BENTH.) BRENAN).

As populações da espécie de *P. rigida* responsáveis por dispersar os propágulos correspondem a 14 indivíduos (área A – 2014 a 2017), com ingresso de quatro indivíduos no ano de 2018; já na área B o número foi constante, com 36 indivíduos. Nas duas áreas, a distribuição espacial tende a ser agregada, principalmente na área B; e diferiram do esperado em relação a teoria que indica serem as espécies anemocóricas as que apresentam distribuição espacial aleatória (Silva, 2008; e Negrini et al. 2012). Acredita-se que a distribuição dos indivíduos de uma população não está ligada unicamente ao dispersor de seus propágulos. Como exemplo da diversidade de fatores, Silva et al. (2017), indicam: variações ambientais, diferenças florísticas e histórico de perturbação das áreas.

Durante o tempo e o espaço, os indivíduos de *P. rigida* concentraram-se, em sua maioria, na posição sociológica dominada, sendo que as faixas com maior abundância foram a faixa 1 (área A: 5 indivíduos -2014 a 2018; e área B: 17 indivíduos - 2016 a 2018) e posteriormente a faixa 4 (área A: 5 indivíduos – 2017).

A área basal das dispersoras de semente (*P. rigida*) na parcela da área B foi a mesma ($AB = 2,6901 \text{ m}^2/0,81 \text{ ha}$) nos três anos de monitoramento, enquanto na parcela da área A o valor da área basal foi constante ($AB = 1,4850 \text{ m}^2/0,81 \text{ ha}$), até que no ano de 2017 teve o ingresso de quatro novas árvores dispersoras, o que rendeu um aumento de 30% na área basal.

Nesta população, área A, as alturas tiveram variações de 8,8 m a 25,4 m, com média de 16,88 m e mediana de 17,3 m. Já na área B a variação foi de 12,2 m a 27 m, com média de 18,26 m e mediana de 18,15 m. A área de projeção de copa, na área A, variou de 7,18 m² a 111,68 m², média de 38,12 m² e mediana de 26,56 m², enquanto na área B foi de 3,28 m² a 102,07 m², média de 47,20 m² e mediana de 45,81 m².

Os núcleos de dispersão de propágulos, na área A, foram de uma forma geral homogêneos durante os cinco anos de monitoramento. Afirmar que os núcleos foram homogêneos significa dizer que, durante os anos, a direção de concentração dos propágulos manteve uma isonomia. A frequência de propágulos nos coletores ocorreu no ano de 2018 com

60,0 % na parcela da área A e 86,5 % na parcela da área B. Os anos de 2016 e 2017 apresentaram as menores frequências de propágulos, em ambas as áreas. De acordo com Pires-O'Brien e O'Brien (1995) a regulação na abundância em florestas nativas é um dos temas centrais da Ecologia. Quando se trata da produção de propágulos há uma oscilação, pois em determinado ano a produção aumenta e, nos demais, poucas sementes são produzidas.

Mas, antes de qualquer intervenção há algo importante para o manejador de florestas que deve ser esclarecido: os locais onde não há presença de propágulos. Durante o período de monitoramento nas áreas A e B, dos 171 coletores respectivamente, apenas 24,6% e 12,9%, não apresentaram propágulos. Saber os locais de dependência ou independência da dispersão de propágulos é um pressuposto para compreender a distribuição espacial das futuras espécies.

Selecionou-se os três melhores valores de cada modelo para explicar a variabilidade observada (tabela 1), com os parâmetros de efeito pepita, contribuição, alcance e índice de dependência espacial (IDE%) e nesta etapa, dos noventa e seis resultados do semivariograma, contando a área A com sessenta e a área B com trinta e seis. Na primeira área observa-se o ajuste de 66,7 % para distâncias máximas de 88,63 m e 13,3 % para 103,41 m, ambas com o modelo teórico esférico (sph).

Tabela 1 - Parâmetros dos semivariograma aplicados aos dados de dispersão de propágulos em dois fragmentos de Floresta na Mata Atlântica brasileira.

Área	Ano	Modelo	$h_{máx}$	IDE (%)	Efeito Pepita	Patamar	Alcance
A	2014	Sph	70%	29,8099	0,0526	0,2565	53,8946
A	2014	Gau	50%	30,3232	0,0743	0,2540	43,9718
A	2014	Exp	80%	27,0213	0,0463	0,3137	104,2416
A	2015	Sph	70%	37,4188	0,0498	23,0038	9608,5980
A	2015	Gau	60%	40,5983	0,0796	0,4093	109,8653
A	2015	Exp	80%	31,6850	0,0508	107,3179	90164,0900
A	2016	Sph	60%	31,0936	0,0314	0,1838	51,9944
A	2016	Gau	60%	30,0275	0,0583	0,1842	45,0711
A	2016	Exp	60%	31,7000	0,0000	0,1955	63,3398
A	2017	Sph	60%	31,0936	0,0314	0,1838	51,9944
A	2017	Gau	60%	30,0275	0,0583	0,1842	45,0711
A	2017	Exp	60%	31,7000	0,0000	0,1955	63,3398
A	2018	Sph	60%	30,2799	0,1171	0,6082	298,3662
A	2018	Gau	60%	29,0453	0,1430	0,3375	102,5875
A	2018	Exp	60%	31,5344	0,1181	22,6048	27798,5300
B	2016	Sph	60%	26,54833	0,0837	0,2866	67,5270
B	2016	Gau	60%	30,49727	0,1114	0,2821	53,7976
B	2016	Exp	50%	20,6204	0,0396	0,1133	65,5842

Continuação da Tabela 1 - Parâmetros dos semivariograma aplicados aos dados de dispersão de propágulos em dois fragmentos de Floresta na Mata Atlântica brasileira.

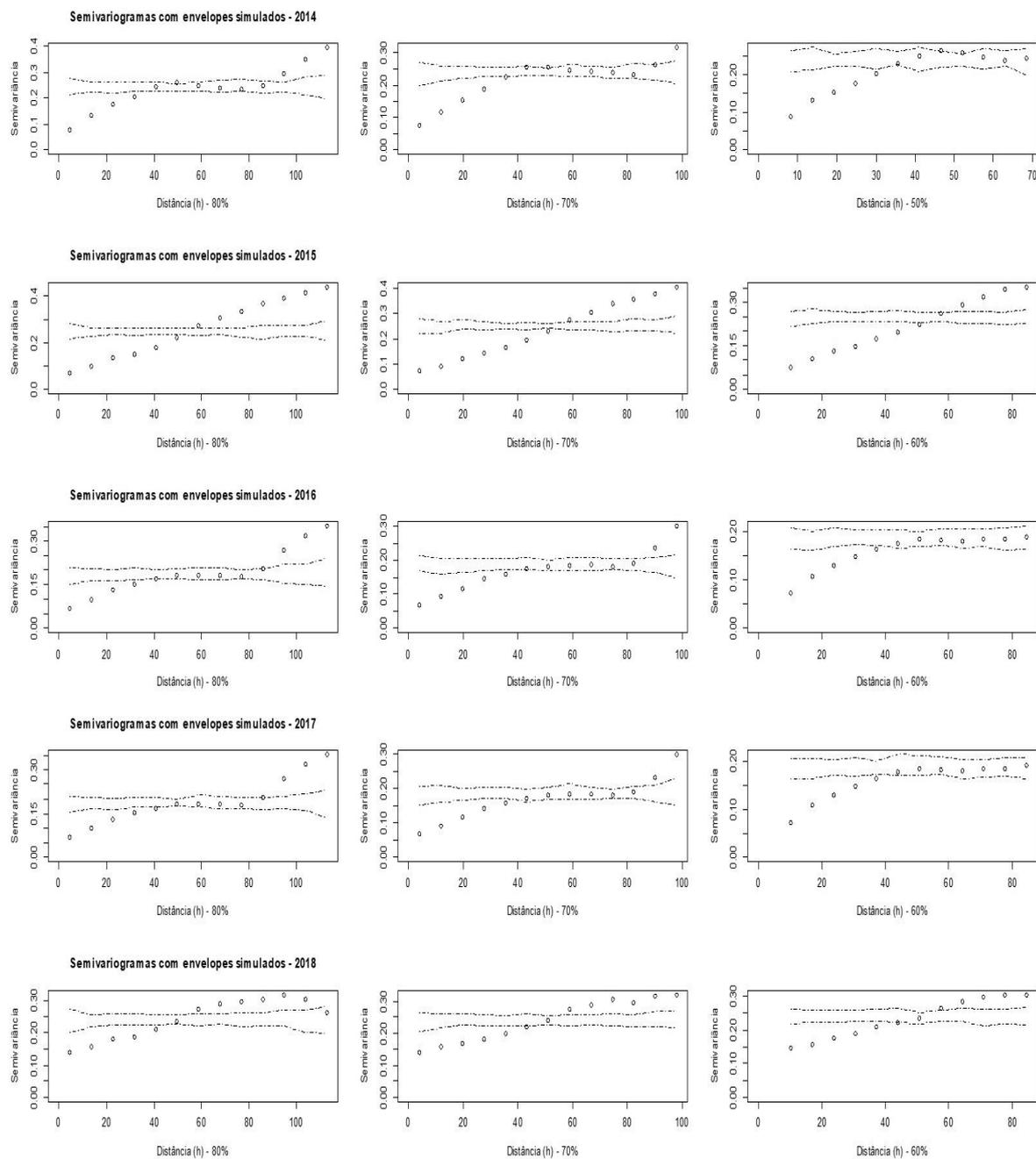
Área	Ano	Modelo	h _{máx}	IDE (%)	Efeito Pepita	Patamar	Alcance
B	2017	Sph	60%	27,6521	0,0734	0,2795	60,3788
B	2017	Gau	60%	30,8340	0,1087	0,2800	51,9411
B	2017	Exp	60%	29,1072	0,0243	0,2971	72,0747
B	2018	Sph	60%	27,0529	0,0235	0,1140	40,5163
B	2018	Gau	60%	25,9597	0,0400	0,1170	35,5594
B	2018	Exp	70%	22,7492	0,0517	0,1831	235,0752

Em que: 1) Área A = Distrito de Val Feltrina/RS; 2) Área B = Distrito de Vale Vêneto/RS; 3) Sph = esférico; 4) Gau= gaussiano; 5) Exp = exponencial; 6) H_{máx} = distâncias máximas; 7) IDE (%) = índice de dependência espacial.

As distâncias máximas de 88,63 m e o modelo teórico esférico (sph), também, prevaleceram na área B com 77,8 % dos eventos. Os modelos com resultados de alcances fora da realidade amostral foram desconsiderados da análise. A análise gráfica dos envelopes de simulação (Figuras 6 e 7 – linhas tracejadas) corroboram com os resultados dos índices de dependência espacial (tabela 1), destarte para todas as distâncias, tempo e espaço testados foram classificados como forte. Isso significa que as tentativas de quebrar a dependência espacial não foram possíveis. Para o conjunto de dados analisados os resultados seriam de independência espacial se houvesse essa quebra e corroborariam com a teoria de que espécies dispersas pelo vento apresentam a distribuição dos seus propágulos sem vínculo com a fonte.

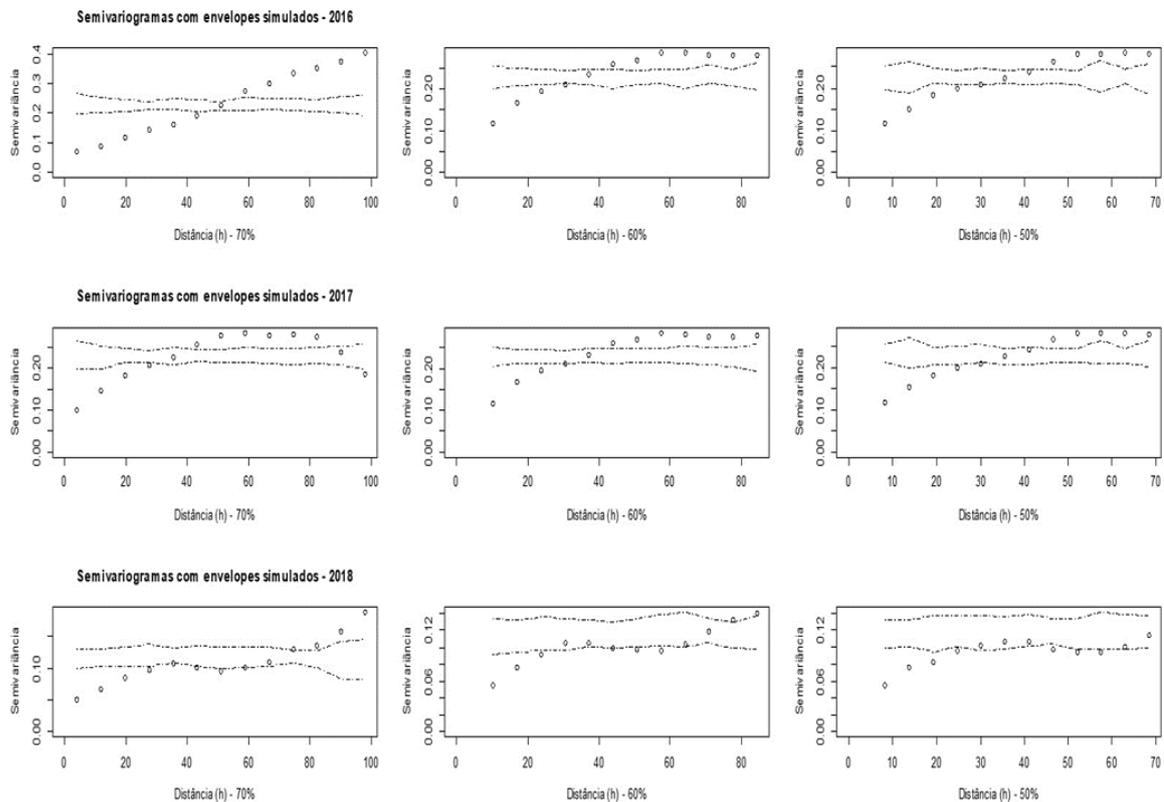
Zimback (2017) analisa que as sementes leves e os frutos que a protegem facilitam a dispersão de seus propágulos desde que o dispersor não seja o vento, pois este é tratado como menos eficiente ao ser comparado a dispersores zoocóricos; e as sementes da espécie *P. rigida* apresentam as características de semente e fruto citado, inclusive o mecanismo de dispersão. Nas figuras 8 e 9 já são possíveis identificar as interdistâncias (lags) formando os patamares e conseqüentemente a função estrutural.

Figura 6 - Semivariogramas com envelopes de avaliação da estrutura espacial anual desenvolvidos para os dados de dispersão de propágulos no fragmento de Floresta, Mata Atlântica brasileira, Distrito de Val Feltrina/RS.



Fonte: A Autora

Figura 7 - Semivariogramas com envelopes de avaliação da estrutura espacial anual desenvolvidos para os dados de dispersão de propágulos no fragmento de Floresta, Mata Atlântica brasileira, Distrito de Vale Vêneto/RS.



Fonte: A Autora

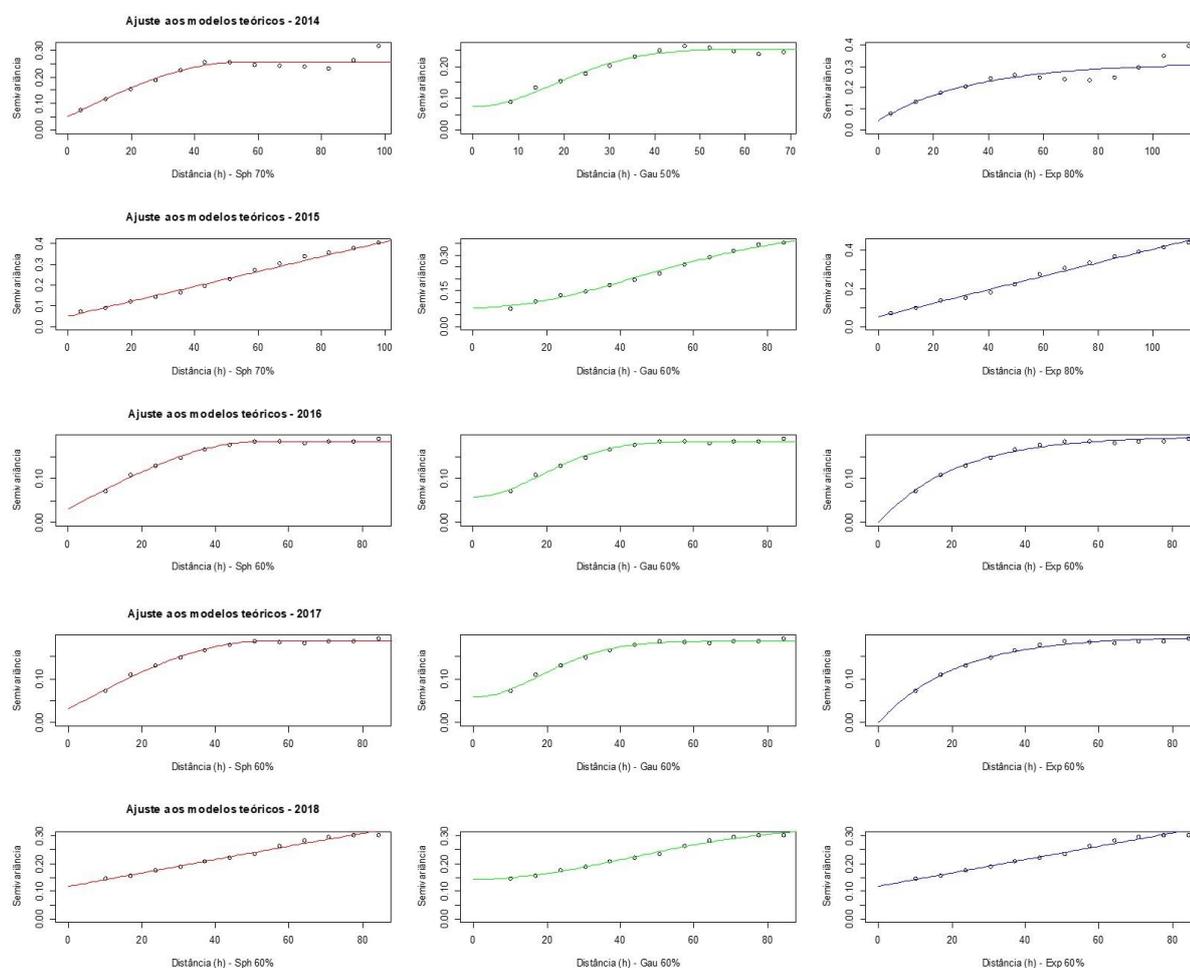
O efeito pepita, em ambas áreas, pode ser considerado pequeno, devido a variância aleatória ter uma variabilidade mínima e máxima entre 0 e 0,1430 no contradomínio (tabela 1). Na área A, com o resultado dos alcances (Figura 8) identificou-se um ciclo, ou seja, a cada três anos de monitoramento com o aumento da frequência de propágulos nos coletores as zonas de influências também aumentaram. Esse fenômeno na área A apresentou repetição no padrão quando comparado a área B (Figura 9).

Observa-se que o alcance (área B) foi diretamente proporcional à medida que a frequência de sementes aumentava, assim como a distância de correlação espacial. Logo, a partir das distâncias do alcance, zona de influência das observações, geralmente a variação total passou a estabilização e consequentemente a independência espacial.

A repetição do padrão representou uma estabilidade temporal, contudo os eventos que não acompanharam a mesma estabilidade são explicados por Pelissari et al. (2018) como mosaicos heterogêneos influenciados espacialmente por espécies arbóreas com diferentes características. Complementando essa informação, frisa-se que apesar da posição da amostra dos coletores apresentarem distâncias fixas foram os momentos pós-dispersão, localização da

fonte de propágulos e as copas vizinhas, que ditaram a dependência espacial. O que se tornam compreensíveis as distâncias máximas e os modelos não serem todos iguais, pois a periodicidade na produção de sementes foi diferente.

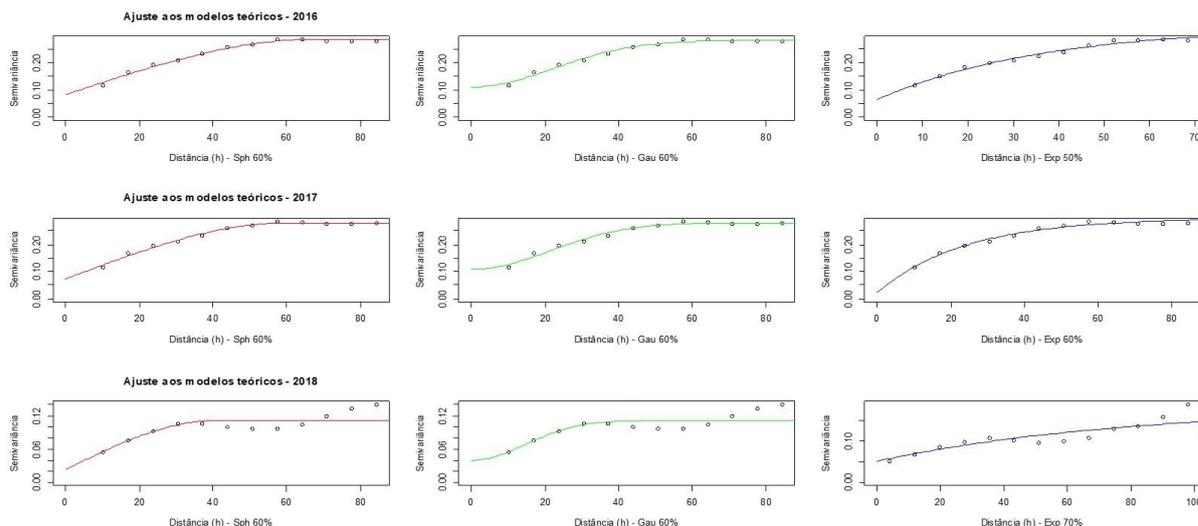
Figura 8 - Semivariogramas ajustados aos modelos teóricos para os dados de dispersão de propágulos no fragmento de Floresta, Mata Atlântica brasileira, Distrito de Val Feltrina/RS.



Fonte: A Autora

Após a validação cruzada (tabela 2), o modelo esférico na maioria dos casos permitiu a melhor visualização das características observacionais na área A, com diferença na distância máxima que em 2014 foi 70% e nos demais anos foi de 60%. Exceto para o ano de 2015, em que o modelo escolhido foi o gaussiano. Outra informação relevante é que o modelo esférico é o mais aplicado por descrever uma estrutura espacial intermediária entre o exponencial (exp) e o gaussiano (gaus).

Figura 9 - Semivariogramas ajustados aos modelos teóricos para os dados de dispersão de propágulos no fragmento de Floresta, Mata Atlântica brasileira, Distrito de Vale Vêneto/RS.



Fonte: A Autora

Na área B, nos anos de 2016 e 2017 o modelo exponencial, respectivamente com distâncias máximas de 50% e 60%, retratou melhor a verdadeira variabilidade; já em 2018 o modelo esférico à 60 % denotou o melhor ajuste. É importante lembrar que o modelo exponencial tem a menor estrutura espacial, devido a menor força potencial de dependência espacial explicada pelo fator de modelo (0,317), desenvolvido por Seidel e Oliveira (2014; 2016).

Tabela 2 - Parâmetros dos semivariogramas aplicados aos dados de dispersão de propágulos em dois fragmentos de Floresta na Mata Atlântica brasileira.

Área	Ano	Modelo	hMÁX	EM	EMR	EA	DPE	DPER	R ² _{AJUST}
A	2014	sph	70%	-0,0007	-0,0011	31,1853	0,4270	0,7631	0,6886
A	2014	gau	50%	-0,0008	-0,0014	34,8030	0,4511	0,8273	0,6373
A	2014	exp	80%	-0,0006	-0,0010	29,8836	0,4180	0,7383	0,6930
A	2015	sph	70%	-0,0003	-0,0004	27,7008	0,4025	0,7538	0,6977
A	2015	gau	60%	-0,0002	-0,0002	37,8559	0,4705	0,8709	0,5978
A	2015	exp	80%	-0,0003	-0,0003	27,7666	0,4030	0,7523	0,6974
A	2016	sph	60%	-0,0007	-0,0013	27,3961	0,4003	0,7908	0,6081
A	2016	gau	60%	-0,0008	-0,0014	30,5737	0,4228	0,8244	0,5789
A	2016	exp	60%	-0,0011	-0,0021	25,2024	0,3839	0,7918	0,6059
A	2017	sph	60%	-0,0007	-0,0013	27,3961	0,4003	0,7908	0,6081
A	2017	gau	60%	-0,0008	-0,0014	30,5737	0,4228	0,8244	0,5789
A	2017	exp	60%	-0,0011	-0,0021	25,2024	0,3839	0,7918	0,6059

Continuação da Tabela 2 - Parâmetros dos semivariograma aplicados aos dados de dispersão de propágulos em dois fragmentos de Floresta na Mata Atlântica brasileira.

Área	Ano	Modelo	hmÁX	EM	EMR	EA	DPE	DPER	R ² AJUST
A	2018	sph	60%	-0,0007	0,0009	53,8127	0,5610	0,9070	0,3254
A	2018	gau	60%	-0,0006	-0,0008	56,4691	0,5747	0,9210	0,2910
A	2018	exp	60%	-0,0007	-0,0009	53,8581	0,5612	0,9064	0,3255
B	2016	sph	60%	-0,0009	-0,0012	40,2960	0,4854	0,8177	0,5364
B	2016	gau	60%	-0,0011	-0,0016	45,1681	0,5139	0,8657	0,4425
B	2016	exp	50%	-0,0010	-0,0013	37,4407	0,4679	0,7921	0,5574
B	2017	sph	60%	-0,0003	-0,0004	39,0183	0,4777	0,8168	0,5499
B	2017	gau	60%	-0,0005	-0,0007	44,7720	0,5117	0,8658	0,4538
B	2017	exp	60%	-0,0002	-0,0003	35,2057	0,4537	0,8133	0,5798
B	2018	sph	60%	0,0001	0,0001	18,5536	0,3294	0,7033	0,5696
B	2018	gau	60%	0,0002	0,0003	19,0997	0,3342	0,7095	0,5641
B	2018	exp	70%	0,0005	0,0009	20,3984	0,3454	0,6748	0,5483

Em que: 1) EM = erro médio; 2) EMR = erro médio reduzido; 3) EA = erro absoluto; 4) DPE = desvio padrão do erro; 5) DPER= desvio padrão do erro reduzido; 6) R²Ajust= coeficiente de determinação ajustado.

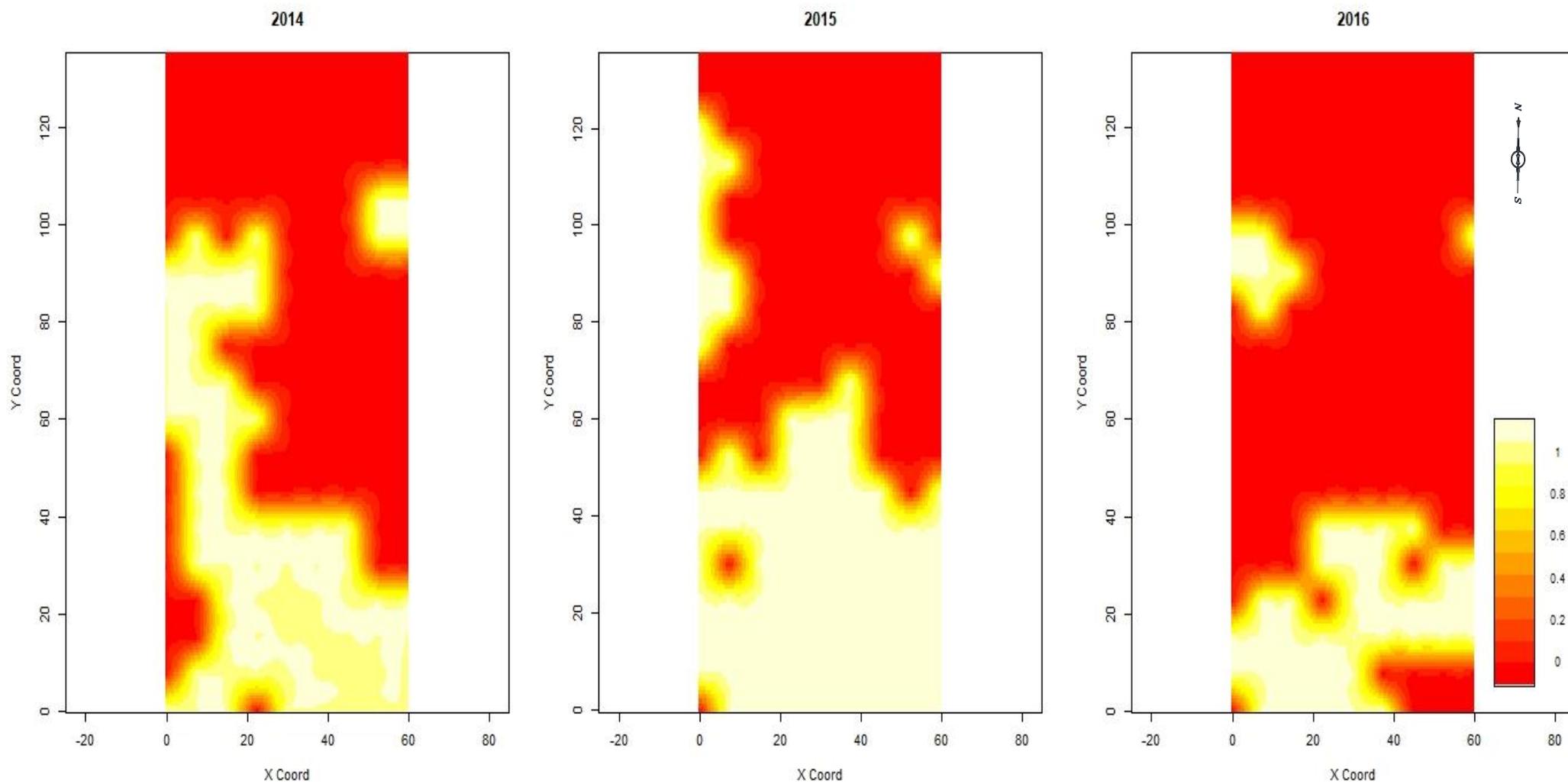
Logo, é mais comum encontrar modelos exponenciais quando o assunto é dispersão de sementes correlacionando à distância da árvore fonte (Willson, 1992) para justificar que quanto menor a distância da portadora de sementes maior o número de propágulos ao seu entorno. Nestas pesquisas não foram considerados os atributos do dossel. Além disso, os modelos acentuam os padrões observados na natureza e podem chegar aos diferentes mecanismos causadores desses padrões.

Entretanto, mesmo após a identificação dos padrões teóricos, a natureza não é obrigada a continuar sempre com o mesmo padrão (Gotelli, 2007), ou seja, fatores sinecológicos podem acontecer tornando as variáveis complexas de serem coletadas a campo e tornando as soluções matemáticas inadequadas para florestas naturais. Ainda, o mesmo autor ressalta que a escolha dos modelos seja sempre coerente ao que é observado a campo.

Devido a essa importância, os eventos pós-dispersão foram tratados como compartilhados combinados a probabilidades simples, porque coletores têm, ou não têm, presença de propágulos; e mais a variável localização geográfica, reforçando a teoria das variáveis regionalizadas (Matheron, 1971). Os resultados dos mapas de probabilidades para a dispersão de propágulos foram reproduzidos nas figuras 10 e 11. Os locais que correspondem a probabilidade de 1,0 seria o que Janzen (1971) chama de “sombreamento de sementes”, momento pós-dispersão com 100% de chance em ter propágulos no entorno da fonte de sementes.

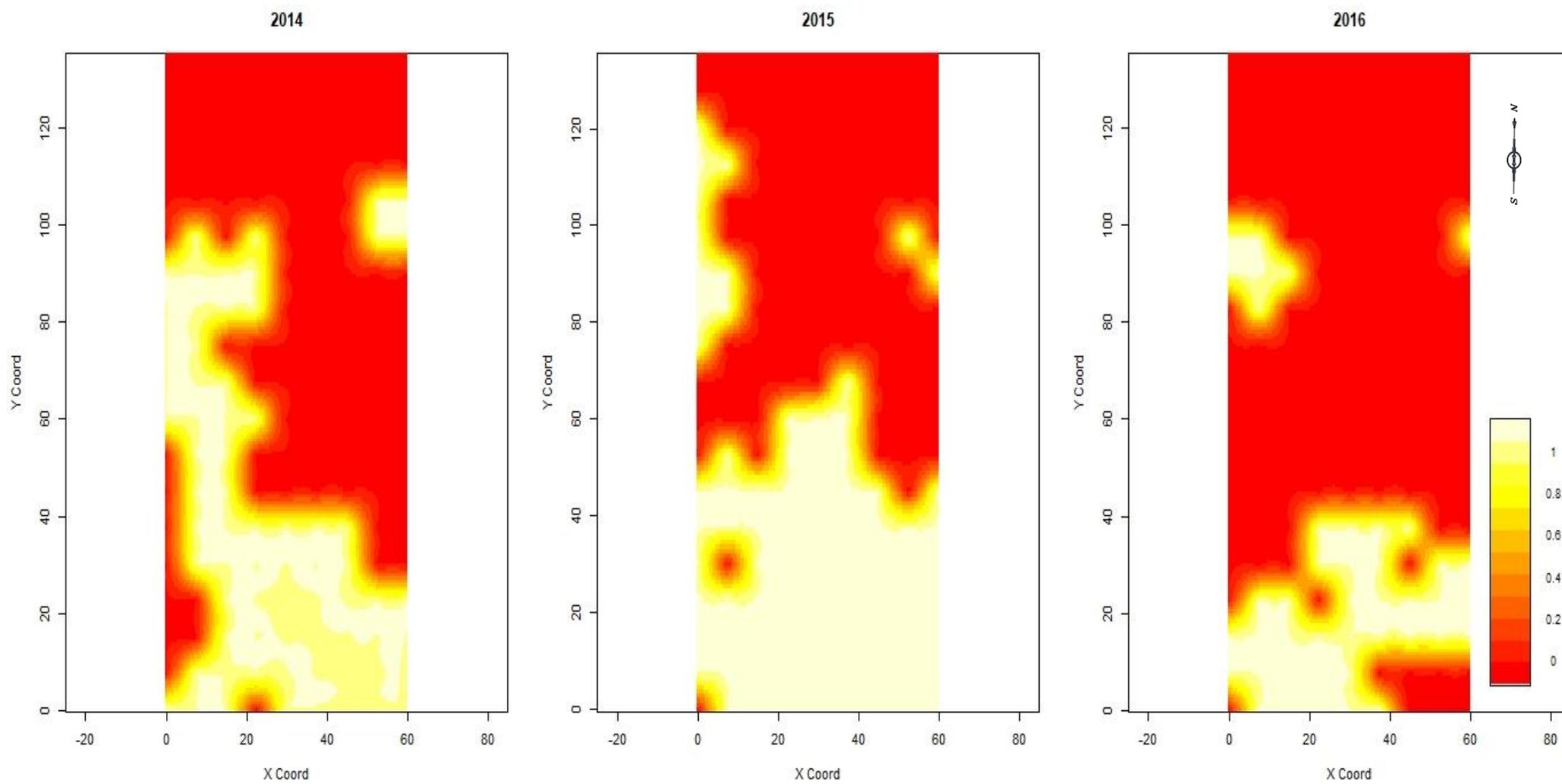
Os locais com baixa probabilidade de propágulos foram o reflexo da ausência de propágulos ou da fonte de sementes ao entorno dos coletores? Ou melhor, será que todos os locais com fonte de sementes apresentam sombreamento de sementes no seu entorno? Para responder o questionamento foi necessário observar o contexto funcional, considerando os mapas de probabilidades conjuntamente com as projeções ortogonais (Figuras 12, 13 e 14).

Figura 10 - Mapas de probabilidade para os dados de dispersão de propágulos do fragmento de Florestas na Mata Atlântica brasileira, Distrito Val Feltrina/RS.



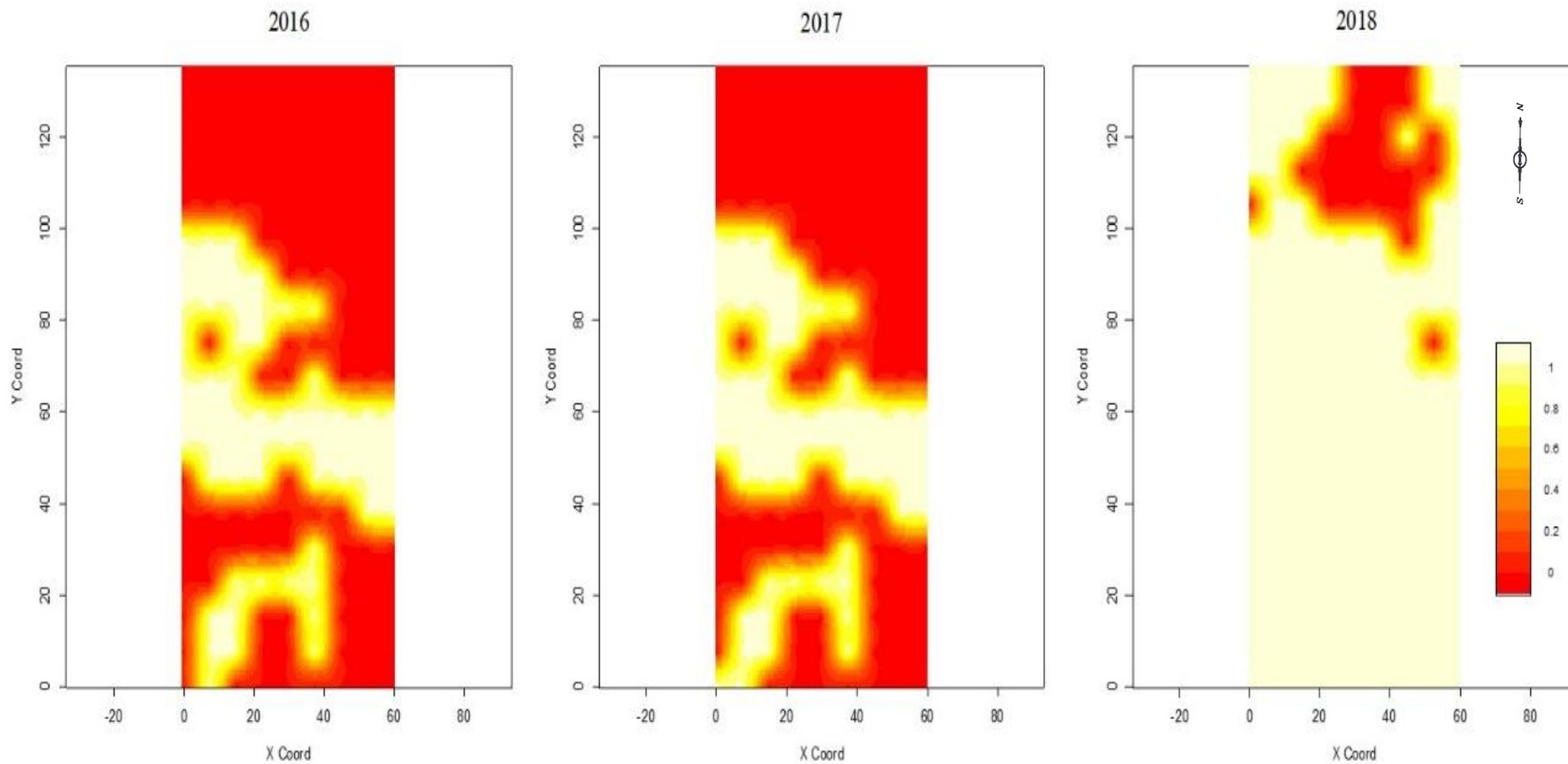
Fonte: A autora.

Continuação da Figura 10 - Mapas de probabilidade para os dados de dispersão de propágulos do fragmento de Florestas na Mata Atlântica brasileira, Distrito Val Feltrina/RS.



Fonte: A autora.

Figura 11 - Mapas de probabilidade para os dados de dispersão de propágulos do fragmento de Florestas na Mata Atlântica brasileira, Distrito Vale Vêneto/RS.



Fonte: A autora.

As projeções ortogonais foram usadas como fontes de análise dos aspectos autoecológicos e sinecológicos. Neste contexto, levando em consideração que as árvores portadoras (fonte de sementes) são a origem dos propágulos e que os coletores são o destino observaram-se as barreiras que fazem com que se obtenha eficiência ou ineficiência nos processos de dispersão.

Cruzando as informações das projeções com a estatística descritiva na tabela 4, é possível identificar por faixas que mesmo quando o somatório das áreas de projeção de copa (APC) densa foi superior à copa permeável não significa ausência de propágulos, pois a posição sociológica da espécie *P. rigida* deve ser concomitantemente avaliada. Logo, pode-se inferir que faixas com a espécie *P. rigida* na posição dominada tornam mais eficiente a dispersão de propágulos na vizinhança, pois não há barreiras que limitem a chegada de propágulos ao destino.

Tabela 3 - Estatística descritiva espaço-temporal por faixas com as copas densas e permeáveis assim como a presença de propágulos de *P. rigida* em dois fragmentos de Floresta na Mata Atlântica brasileira.

ÁREA	FAIXA	COPA PERMEÁVEL						COPA DENSA						PRESENÇA DE PROPÁGULOS NOS COLETORES (%)				
		Emergente			Dominante			Emergente			Dominante			2014	2015	2016	2017	2018
		Nº	APC	H	Nº	APC	H	Nº	APC	H	Nº	APC	H					
A	1	3	123,44	17,10	14	405,41	14,10	4	107,36	19,85	38	1360,0	13,0	52,63	52,63	28,07	22,81	61,40
	2	3	126,14	21,57	23	279,92	11,84	6	377,64	17,20	40	861,2	13,1	47,37	43,86	28,07	28,07	59,65
	3	2	67,67	18,85	15	317,01	11,83	10	710,01	18,96	40	1337,8	13,2	31,58	45,61	24,56	26,32	54,39
	4	3	49,83	18,37	25	361,36	13,84	12	592,54	19,40	39	786,2	14,1	31,58	38,60	17,54	24,56	57,89
B	1	3	32,58	16,63	4	44,22	17,90	6	78,22	18,63	32	375,5	10,9	-	-	49,12	50,88	96,49
	2	1	14,81	16,70	5	26,26	16,00	9	139,45	15,94	45	363,2	12,9	-	-	38,60	38,60	84,21
	3	2	21,95	24,28	11	79,81	20,30	17	215,57	15,93	39	306,7	14,2	-	-	28,07	28,07	73,68
	4	4	48,26	18,77	3	35,15	16,43	16	244,05	15,52	23	234,7	14,7	-	-	19,30	19,30	85,96

Em que: 1) Área A = Val Feltrina/RS, 2) Área B= Vale Vêneto/RS, 3) Nº = somatório do número de indivíduos/faixa, 4) APC= somatório da área de projeção de copa/faixa, 5) H = média das alturas totais/faixa.

Em relação as características específicas da chegada de propágulos até o solo foram possíveis observar dois cenários com marcadores que podem indicar a forte dependência espacial, traduzida em eficiência ou ineficiência. As características dos locais em que não houve presença de propágulos (área A - 24,6%; e área B - 12,9%) foram identificadas durante os anos monitorados.

Acredita-se que a ineficiência da dispersão foi marcada pela ausência da espécie *P. rigida* próxima aos coletores, e quando presente notou-se que abaixo destas copas houve presença de copas densas (hachuras na cor laranja – figuras 12, 13 e 14) dificultando a queda dos propágulos de *P. rigida* até o solo.

O primeiro cenário, com ausência de propágulos, pode ser facilmente constatado nas figuras 12 e 13 cujas faixas não receberam propágulos nos coletores, observe a partir de 75 m do ponto inicial da amostra (0,0) e altitude superior a 360 m. Essa ausência foi tanto ao entorno quanto abaixo das duas copas da espécie *P. rigida*; a primeira localizada na faixa 3 à 75 m e 120 m da posição inicial (0,0) e a segunda copa na faixa 4 à 90 m.

Neste contexto, a hipótese de que a permeabilidade das copas afeta a distribuição espacial de propágulos (Nathan et al., 2002) até o solo não foi refutada, pois em diversos locais a presença de copas densas perenifólias dificulta a chegada de sementes até os coletores. Em outro contexto, Brown e Dekay (2004) retrataram que a velocidade do vento é alterada conforme a permeabilidade das copas. Deste modo, convém associar ao fato de que a espécie em questão (*P. rigida*) depende do vento para uma distribuição espacial mais eficiente de seus propágulos e quando a sua vizinhança é composta por copas densas, estas se tornam barreiras negativas na dispersão.

Outro marcador diretamente relacionado aos resultados de forte dependência espacial considerando às copas densas é o vento. Como a espécie *P. rigida* depende desse contato para dispersar suas sementes à longas distâncias, os autores Brown e Dekay (2004) descrevem que se existir copas próximas a espécie de interesse formando estratos de densidade foliar médio, estes estratos reduzem em até 60% as infiltrações do vento no interior da área vegetada.

Este efeito do estrato é caracterizado por Coppin e Richard (2007) como zonas de baixa pressão. A zona de baixa pressão é calculada multiplicando em três a altura da árvore, o resultado causa na estrutura horizontal da floresta uma redução da infiltração do vento. Então, se uma copa densa cuja $H_{m\acute{a}x}$ for 16 m e APC com 12 m², estiver próxima a espécie *P. rigida* cuja $H_{m\acute{a}x}$ for 14 m e APC com 7m²; significa que a copa da dispersora de propágulos (*P. rigida*) estará sob uma zona de baixa pressão de 48 m na horizontal. Nesta zona de baixa pressão o vento não tem contato direto com a copa de *P. rigida*, dificultando a distribuição espacial das sementes.

O segundo cenário foi marcado pelos locais com presença de propágulos, sendo que as principais características são: espécie *P. rigida* próxima aos coletores e abaixo de suas copas as barreiras positivas entre a origem e o destino foram com copas permeáveis (hachuras na cor verde – figuras 12, 13 e 14), corroborando com a teoria de Brown e Dekay (2004). A figura 14 mostra exemplo do que foi supracitado, onde abaixo das copas dos indivíduos de *P. rigida* há copas permeáveis das demais espécies; estas podem ser localizadas na faixa 4 no intervalo de 45 m e 60 m do ponto inicial (0,0). Essas relações (cenário 1 e 2) são o que os resultados do IDE% (tabela 1) apontaram como forte dependência espacial, sendo inclusive um bom

indicador da qualidade dos mapas de krigagem. Logo, afirmar que onde tem portadora de semente haverá presença de propágulos no entorno, é uma informação incompleta. Podendo inclusive gerar um planejamento no manejo florestal equivocado no momento de escolher as árvores que ficarão como portadoras de sementes e as que serão retiradas do povoamento.

A avaliação das copas no entorno da espécie de interesse, assim como sua posição sociológica em relação ao dossel da vizinhança, deve ser tratada caso a caso para posterior identificação do padrão que beneficie o melhor manejo visando a produção da espécie. Queiroz (2008) já apontava a posição sociológica entre um dos marcadores de percepção ambiental para medir a capacidade de dispersão e dinâmica na ocupação do ambiente. Portanto, em planos de manejo cuja condução do futuro povoamento será por fontes de sementes dispersas naturalmente deve-se ter cuidado às restrições de cada modelo teórico que podem não descrever os comportamentos das populações inseridas em comunidades florestais.

Figura 12 - Projeções ortogonais com vista superior e lateral esquerda do fragmento de Floresta na Mata Atlântica brasileira, Distrito Val Feltrina/RS. Em que: as figuras do lado esquerdo representam o ano de 2014 e as do lado direito o ano de 2015.

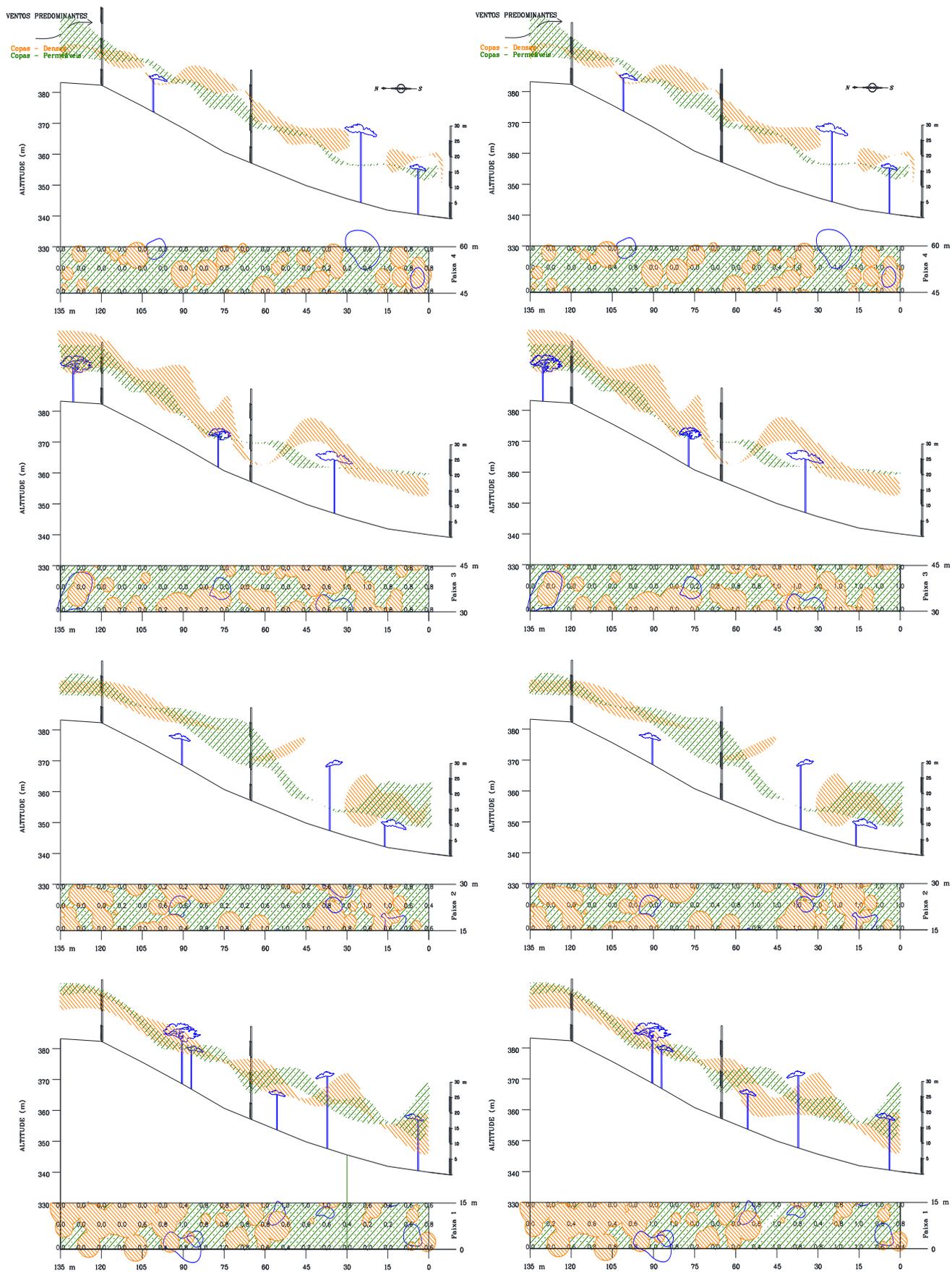


Figura 13 - Projeções ortogonais com vista superior e lateral esquerda do fragmento de Floresta na Mata Atlântica brasileira, Distrito Val Feltrina/RS. Em que: as figuras do lado esquerdo representam o ano de 2016 e 2017 e as do lado direito o ano de 2018.

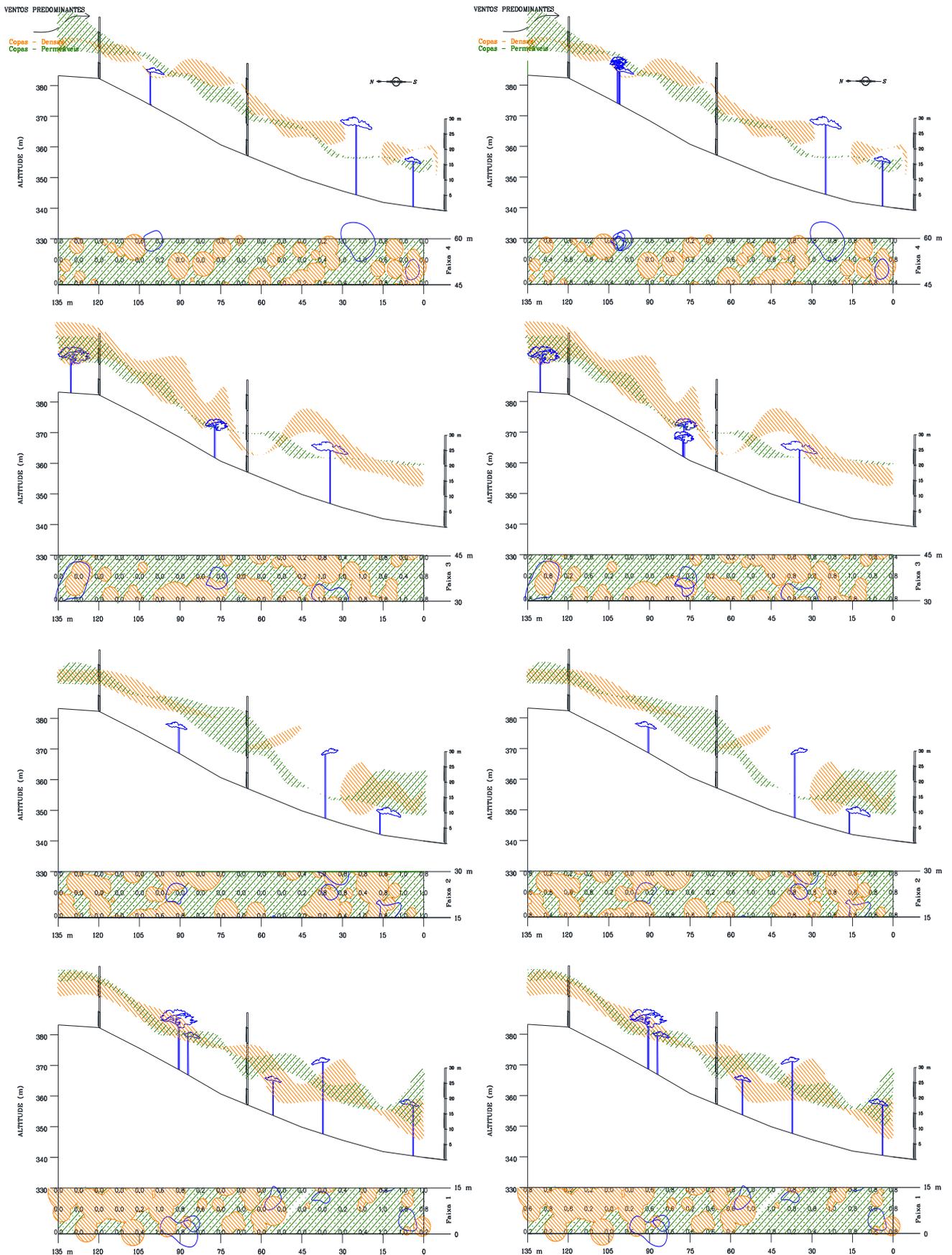
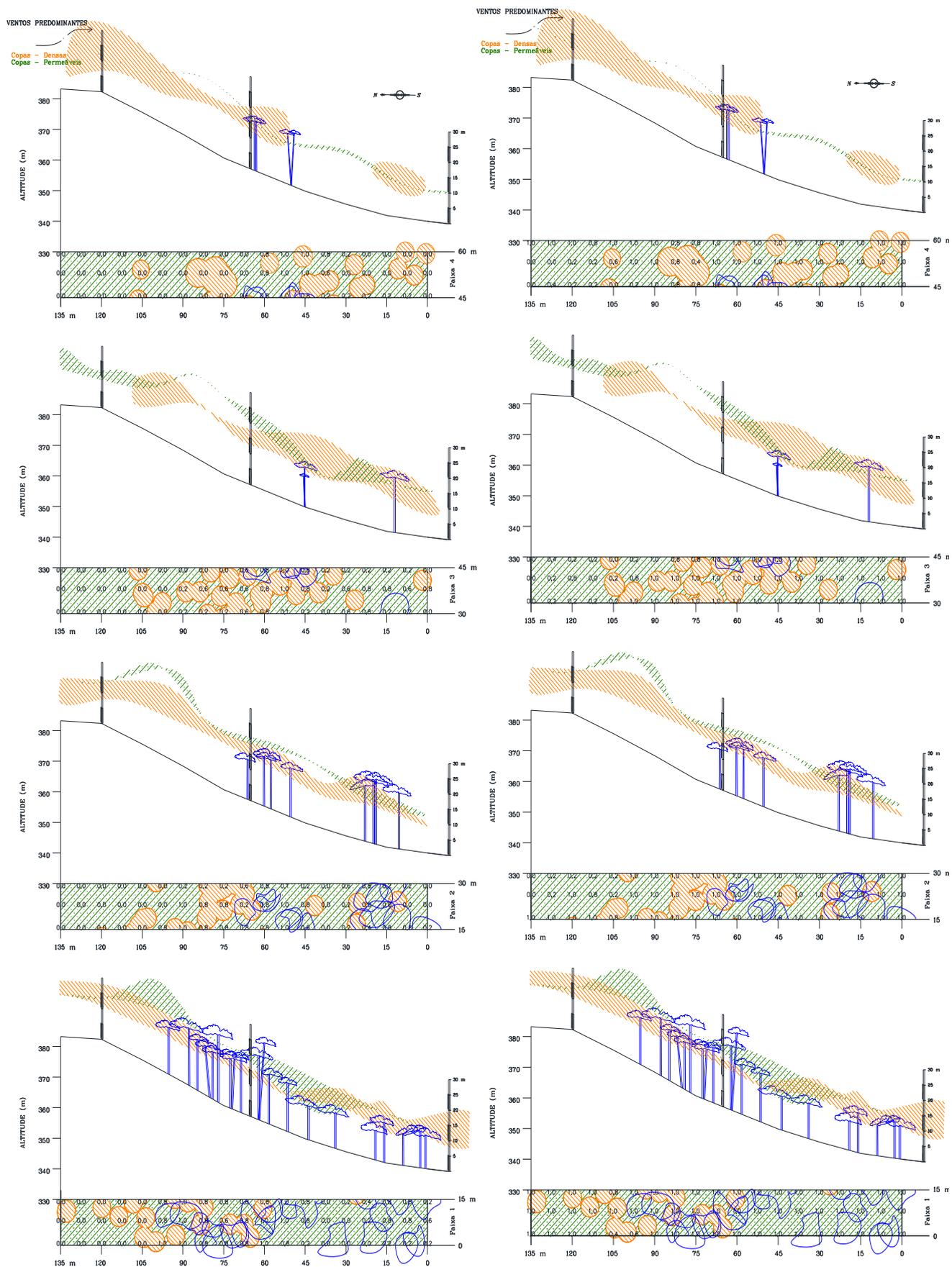


Figura 14 - Projeções ortogonais com vista superior e lateral esquerda do fragmento de Floresta na Mata Atlântica brasileira, Distrito Vale Vênето/RS. Em que: as figuras do lado esquerdo representam o ano de 2016 e 2017 e as do lado direito o ano de 2018.



4.2 INTERAÇÕES DA COMUNIDADE FLORESTAL COM O ARRANJO ESPAÇO-TEMPORAL PÓS-DISPERSÃO DE PROPÁGULOS E REGENERAÇÃO NATURAL DE ANGICO VERMELHO (*PARAPIPTADENIA RIGIDA* (BENTH.) BRENAN).

Na área A (Val Feltrina/RS) foram inventariados 766 indivíduos arbóreos vivos no ano de 2014, agrupados em 18 famílias botânicas, 31 gêneros e 34 espécies em uma área de 8 100 m². A população de *P. rigida* com 454 indivíduos estava dividida entre regenerantes iniciais (90,3 %) e consolidados (4,8 %); árvores adultas (1,8 %) e portadores de sementes (3,1 %). No ano de 2016 houve um recenseamento na população de *P. rigida* que totalizou 689 indivíduos divididos entre regenerantes iniciais (86,4 %) e consolidados (8,0 %); árvores adultas (6,6 %) e portadores de sementes (2,0 %). Estas corresponderam a 14 indivíduos no período de 2014 a 2016 e área basal constante (AB = 1,4850 m²/0,81 ha), até que em 2017 houve o ingresso de quatro novas árvores produtoras de sementes e incremento de 30 % na área basal. As alturas variaram de 8,8 m a 25,4 m, com média de 16,8 m e mediana de 17,3 m; e área de projeção de copa de 7,18 m² a 111,68 m², média de 38,12 m² e mediana de 26,56 m².

Durante os anos monitorados, as produtoras de sementes não modificaram abruptamente os locais onde foram encontradas sementes, apenas ocorreram núcleos pontuais com redução ou aumento da frequência dos propágulos nos coletores em função da localização das produtoras de sementes e das espécies que estavam abaixo dessas copas. Esses núcleos apresentaram áreas com: 3 459,34 m² (2014), 3 734,51 m² (2015), 2 030,37 m² (2016), 2 009,97 m² (2017) e 4 857,57 m² (2018). Pires O'Brien e O'Brien (1995) afirmam que, em diversas espécies florestais, a produção de sementes oscila muito, passando por grande produção em determinado ano e nos demais pode haver poucos frutos produzidos, e conseqüentemente, poucas sementes.

Foram contabilizados trezentos e trinta e três (333) indivíduos arbóreos na comunidade, sendo que as cinco espécies com os maiores índices de valor de importância (IVI %) foram: *Ocotea puberula* (19,70 %), *Nectandra megapotamica* (13,40 %), *Parapiptadenia rigida* (9,00 %), *Mysine umbellata* (7,30 %), *Cupania vernalis* (6,10 %), conforme tabela 4. Entre as 34 espécies arbóreas, 15 % são exóticas: *Citrus reticulata* (IVI - 2,0 %), *Citrus sinensis* (IVI - 0,30 %), *Hovenia dulcis* (IVI 0,40 %) *Melia azedarach* (IVI 0,30 %) e *Persea americana* (IVI - 0,70 %). Após 21 anos de pousio (ausência de intervenção antrópica), existem exemplares de

espécies adultas consideradas de difícil adaptação como *Myrocarpus frondosus* (IVI 0,30 %), *Apuleia leiocarpa* (IVI 0,30 %) e *Picramnia parviflora* (IVI 0,60 %).

Na área B (Vale Vêneto/RS) foram inventariados 886 indivíduos arbóreos vivos no ano de 2016, agrupados em 17 famílias botânicas, 24 gêneros e 27 espécies em uma área de 8 100 m². A população de *P. rigida* com 639 indivíduos, dividida entre regenerantes iniciais (71,80 %) e consolidados (19,40 %); árvores adultas (3,17 %) e portadores de sementes (5,60 %). As produtoras de propágulos corresponderam a 36 indivíduos no período de 2016 a 2018 com área basal constante ($AB = 1,9538 \text{ m}^2 / 0,81 \text{ ha}$). As alturas variaram de 7,4 m a 27,0 m, com média de 16,4 m e mediana de 17,3 m; e área de projeção de copa de 3,28 m² a 102,07 m², média de 30,34 m² e mediana de 27,80 m². Houve um sincronismo de produção de propágulos entre as áreas, pois a maior frequência também foi no ano de 2018 com 6 956,46 m² (86,50 %), e nos demais anos com 2 0974,28 m² (2016), 3 000, 60 m² (2017).

Quanto as demais espécies, houve a contabilização de duzentos e quarente e sete (247) indivíduos arbóreos e as cinco espécies com os maiores índices de valor de importância (IVI %) foram: *Cupania vernalis* (21,08 %), *Nectandra megapotamica* (16,69 %), *Parapiptadenia rigida* (14,95 %), *Mysine umbellata* (5,01 %) e *Ocotea puberula* (8,80 %). Entre as 34 espécies arbóreas, 15 % são exóticas: *Citrus reticulata* (IVI - 2,0 %), *Citrus sinensis* (IVI - 0,3 %), *Hovenia dulcis* (IVI 0,4 %) *Melia azedarach* (IVI 0,3 %) e *Persea americana* (IVI - 0,7 %). Entre as espécies de difícil adaptação destaca-se *Apuleia leiocarpa* com IVI 3,78 %.

O processo pontual marcado foi aplicado na comunidade apenas nas espécies com $IVI \% \geq 1,5$; na área A com catorze espécies e na área B com doze (tabela 4). Para o processo pontual na área A ao ser testada a hipótese nula (H0) de completa independência espacial (CIE) dos 28 eventos apenas 7,1 % aceitaram a H0 e 93,9 % a refutaram, aceitando a hipótese alternativa (H1) que se dividiu em associação espacial (A) 60,7 % e dissociação espacial (D) 32,2%. Os resultados da área B em 12 eventos testados aceitou a hipótese nula (H0) de completa independência espacial (CIE) em 50% dos eventos, e para a hipótese alternativa (H1) os resultados foram associação espacial (A) 25 % e dissociação espacial (D) 25 %.

Tabela 4 - Parâmetros dos semivariograma aplicados aos dados de dispersão de propágulos em dois fragmentos de Floresta na Mata Atlântica brasileira.

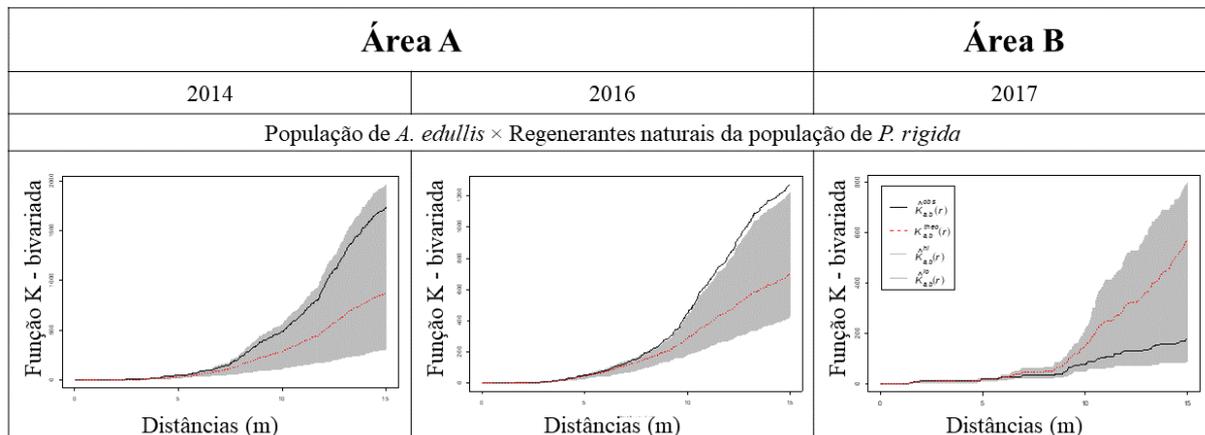
Código	Nome Científico	Área A					Área B			
		Nº	IVI (%)	Processo Pontual		APC	Nº	IVI (%)	Processo Pontual	APC
				2014	2016				2017	
1	<i>Allophylus edulis</i>	9	2,7	CIE	A	330,80	5	1,84	CIE	159,46
2	<i>Alchornea triplinervia</i>	-	-	-	-	-	6	2,26	CIE	111,19
3	<i>Cabralea Canjerana</i>	5	1,6	D	D	202,5	15	4,36	A	667,68
4	<i>Cedrela fissilis</i>	14	4,2	D	D	410,60	10	3,93	D	603,67
5	<i>Citrus reticulata</i>	7	2	A	A	173,81	-	-	-	-
6	<i>Nectandra megapotamica</i>	48	13,4	D	D	2657,20	40	16,69	CIE	2417,92
7	<i>Casearia sylvestris</i>	18	4,1	A	A	418,60	6	1,78	CIE	274,23
8	<i>Cupania vernalis</i>	25	6,1	A	A	494,20	90	21,08	D	4180,15
9	<i>Ocotea puberula</i>	64	19,8	A	A	3069,90	15	8,80	A	803,17
10	<i>Apuleia leiocarpa</i> *	-	-	-	-	-	10	3,78	CIE	402,42
11	<i>Citronella paniculata</i> *	6	1,8	A	CIE	169,30	-	-	-	-
12	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> *	8	4,8	A	A	869,90	-	-	-	-
13	<i>Myrsine umbellata</i> *	33	7,3	A	A	698,10	15	5,01	D	502,14
14	<i>Prunus myrtifolia</i> *	16	5,3	A	D	722,60	5	2,36	CIE	241,17
15	<i>Quillaja brasiliensis</i> *	17	4,8	D	D	620,50	4	2,12	A	231,30
16	<i>Machaerium paraguariense</i> *	7	2,1	A	A	74,30	-	-	-	-

Em que: N° - número de indivíduos; IVI (%) - índice de valor de importância; Processo 1: regenerantes naturais da população de *P. rigida*(i) × demais espécies da comunidade(j); D: dissociação espacial; A: associação espacial; CIE: completa independência espacial; APC: área de projeção de copa em m²; copas permeáveis*.

Esses padrões de pontos espaciais marcados pelos eventos i e j, analisados por variáveis preditoras (distância dos eventos) e de resposta (função K bivariada marcada) ajudaram a entender o grau de interação espacial do fenômeno por espécie, sendo uma avaliação necessária, mas não suficiente. Neste contexto, as projeções ortogonais da vista superior da área A e área B foram essenciais para identificar os casos cujas interações geraram dúvidas e assim usar os principais critérios adaptados de Hills (1965).

A população de *Allophylus edulis* (Quadro 4) ao ser submetida ao processo pontual tanto na área A quanto na área B aceitou a hipótese nula (H0) de CIE na maior parte dos eventos. Na área A houve similitude entre os anos monitorados e o resultado do processo foi desde 2014 com tendência à associação espacial associação espacial. Note que a associação entre os regenerantes naturais da população de *P. rigida* com a população de *A. edulis* corrobora com as projeções ortogonais (Figuras 15 e 16). Isso se deve a probabilidade de encontrar regenerantes iniciais abaixo das copas de *A. edulis* foi superior à 0,71. Quando o regenerante chega a fase “consolidada” e na fase “adulta” a probabilidade reduziu para 0,14 em cada fase.

Quadro 4 - Processo pontual marcado: *Allophylus edulis* × Regenerantes naturais (processo pontual) da população de *Parapiptadenia rigida*, localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, nos Distritos: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.



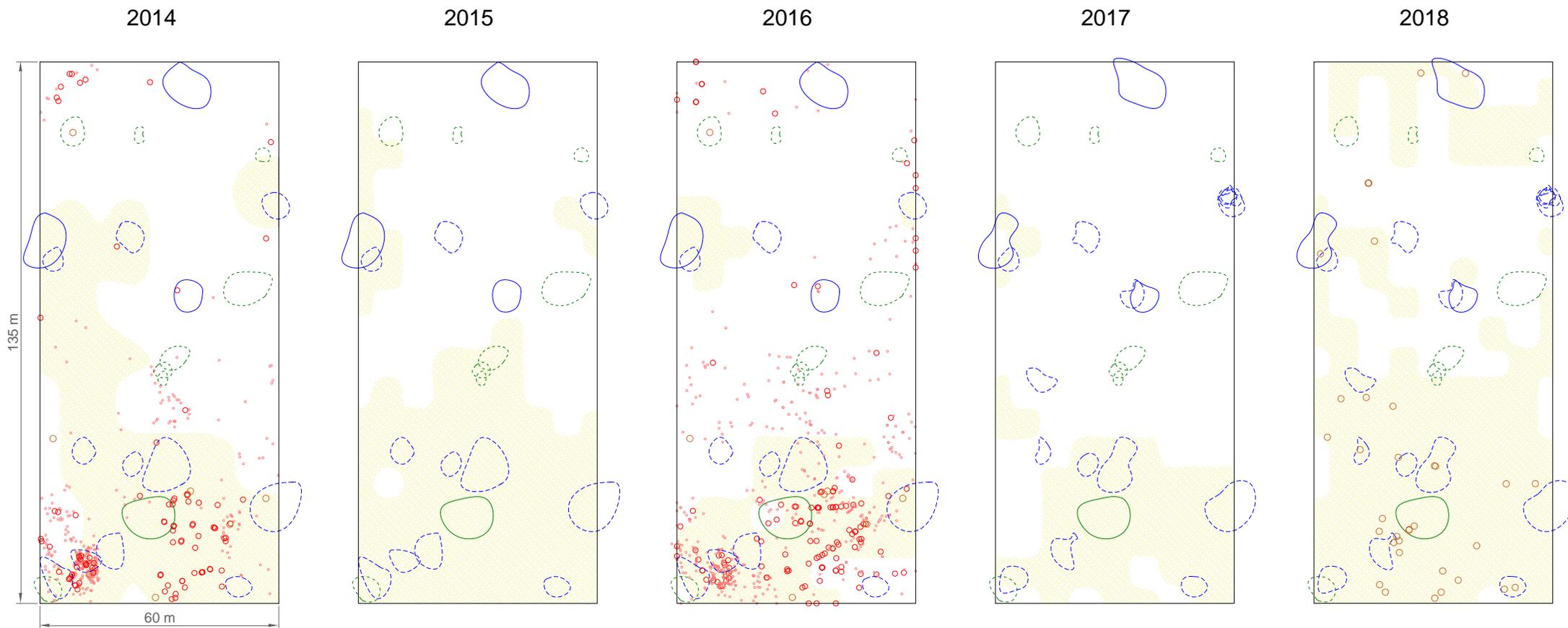
Fonte: A Autora.

Ao considerar os quatro eventos simultâneos a chance de não encontrar abaixo de uma copa de *A. edulis* regenerantes (iniciais e/ou consolidados), árvores adultas e sementes de *P. rigida* foi de 0,99. Na área B a H_0 foi aceita, mas há uma tendência a dissociação. Quanto a probabilidade de os quatro eventos ocorrerem de forma simultânea a chance de não encontrar também foi de 0,99. A presença de sementes foi de 0,60; sendo o evento que mais ocorreu abaixo das copas de *A. edulis*.

As projeções ortogonais foram importantes para visualizar a localização, posição sociológica e a dominância da área de projeção de copa da população de *A. edulis* e que na maioria dos casos as copas da espécie *P. rigida* ($H_{\text{média}}=14,95$ m) estavam sendo sombreadas pelos indivíduos da população *A. edulis* ($H_{\text{média}}=14,65$ m; $\sum \text{APCm}^2= 159,46$ m²). Denota-se que apesar da linguagem matemática ter como resultado na área B uma tendência a dissociação espacial e os resultados de probabilidade de encontrar *P. rigida* abaixo das copas de *A. edulis* serem baixos, ao analisar a temporalidade das variáveis: núcleos de dispersão de propágulos (Figuras 15 e 16), posição dos regenerantes e árvores adultas; ficou evidente que a espécie *A. edulis* não foi o verdadeiro fator de limitante para o desenvolvimento da população de *P. rigida*.

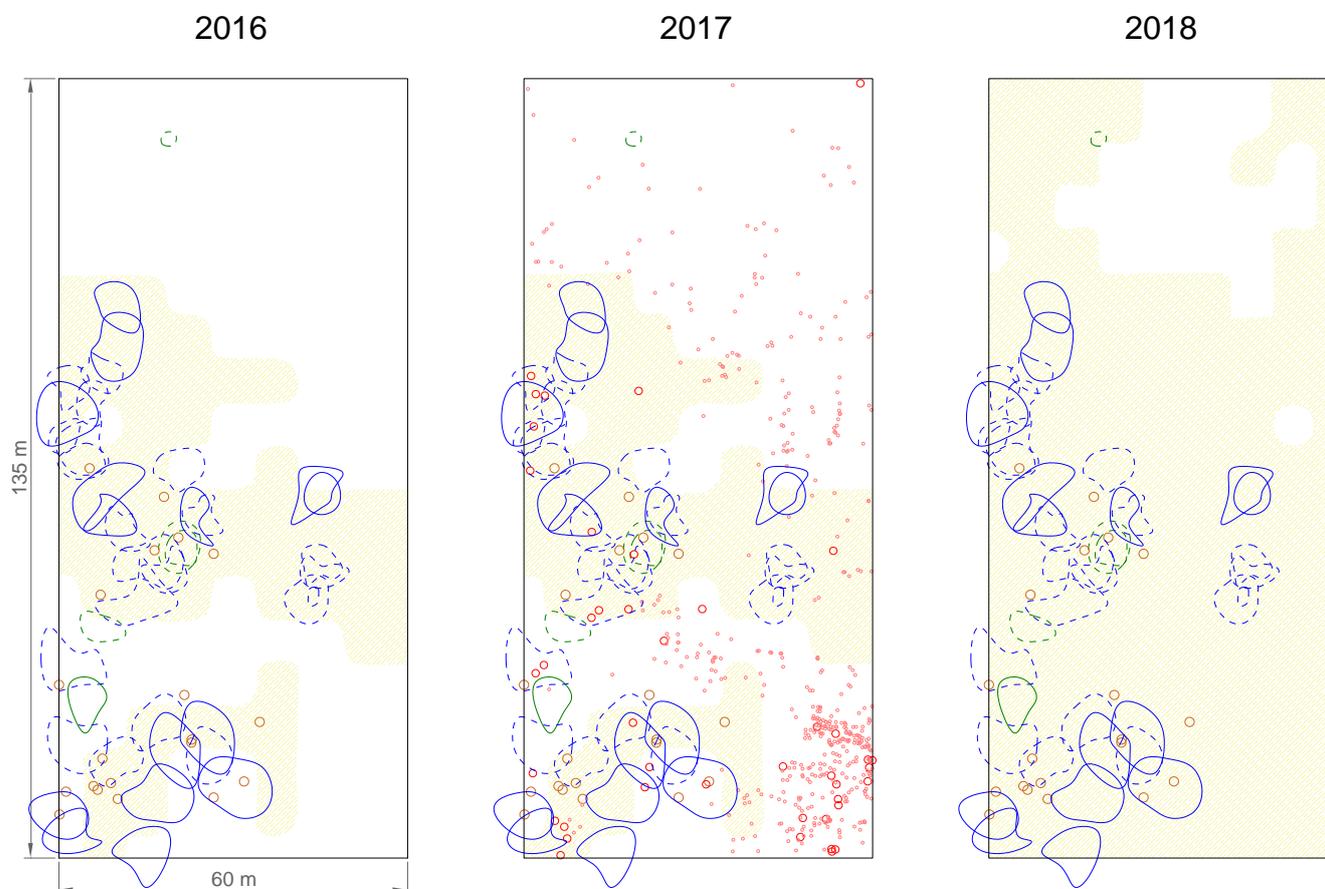
Não há na literatura científica indicações de que a espécie *A. edulis* cause dissociação espacial nos indivíduos de *P. rigida*. O que é comumente relatado foi de serem uma das principais a comporem o dossel da floresta (Callegaro, 2015; Scoti, 2012; Reitz et. al, 1988). Nas fases iniciais a espécie *A. edulis* pode ser caracterizada como potencial competidora da população de *P. rigida* no caso de abertura de clareiras, pois a produção de sementes férteis assim como a germinação é alta, além de se desenvolverem bem em locais sombreados (Lorenzi, 1992).

Figura 15 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *A. edulis* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).



Fonte: A autora.

Figura 16 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *A. edulis* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).

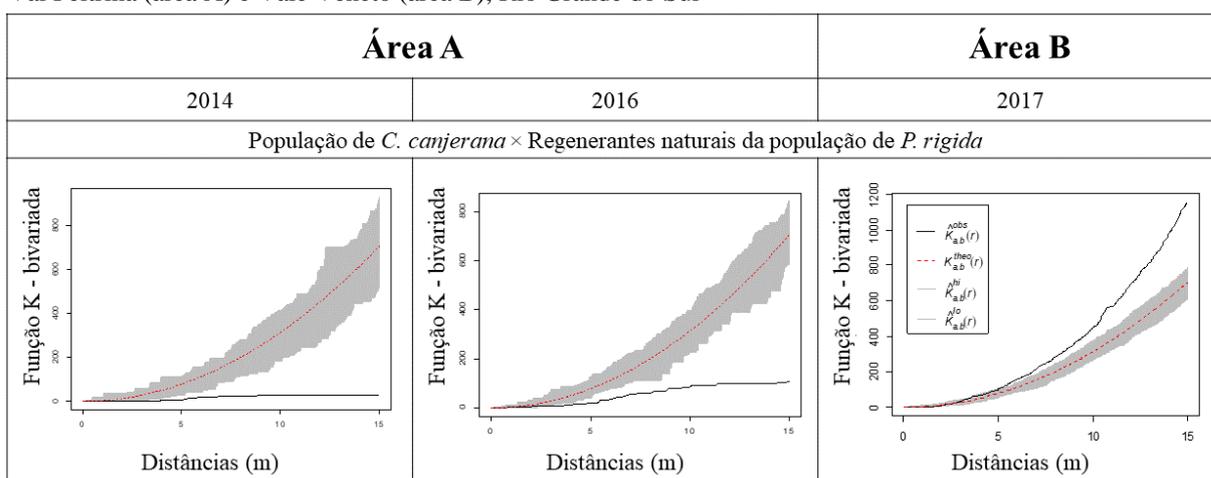


Fonte: A autora.

A espécie *Cabralea canjerana* (Quadro 5) refutou a H_0 de CIE na área A, caracterizada pela dissociação do processo pontual a partir de 4 m de distância, corroborando com a probabilidade de encontrar os quatro eventos simultâneos abaixo de sua copa ser de zero. Durante os cinco anos de monitoramento, apenas nos anos de 2014 e 2018 (Figura 17) houve a presença de sementes abaixo de uma copa de *C. canjerana*. Nas demais fases de *P. rigida*, como árvores adultas e regenerantes iniciais e/ou consolidados, o seu desenvolvimento não ocorreu abaixo das copas *C. canjerana*. Esse resultado era esperado, apesar dos poucos indivíduos representantes de *C. canjerana*, por ter 60% de seus indivíduos classificados como emergentes e as distâncias euclidianas destes indivíduos com as árvores portadoras de semente de *P. rigida* são superiores à 10 m., ou seja, não prejudicam a queda de sementes até o solo.

Na área B houve uma contradição ao que se esperava na área A, sendo o processo pontual classificado como associação espacial (Quadro 5). Acredita-se que essa associação, em distância ≥ 5 m, foi causada pela presença dos regenerantes iniciais sombreados por copas de *C. canjerana*, corroborando com os resultados de que a chance de encontrar o estágio inicial abaixo dessas copas foi de 0,46

Quadro 5 - Processo pontual marcado: *Cabraela canjerana* \times Regenerantes naturais (processo pontual) da população de *Parapiptadenia rigida*, localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, nos Distritos: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul

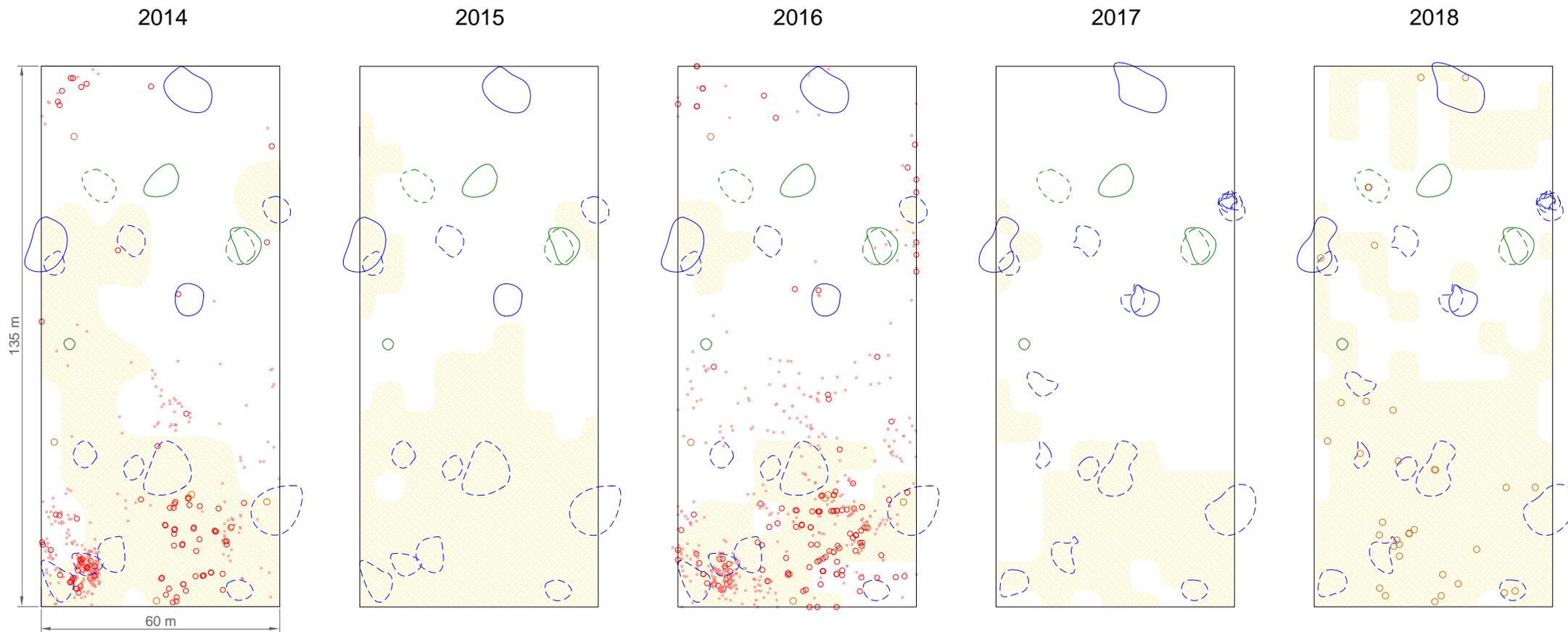


Fonte: A Autora.

No entanto, as chances de os quatro eventos acontecerem, de modo concomitante, são de apenas 3,37 devido à dificuldade dos regenerantes consolidados e árvores adultas serem encontrados abaixo daquelas copas (Figura 18). Em todos os casos a altura média das produtoras (*P. rigida*) foi superior ($H_{\text{média}} = 19,09$ m) a *C. canjerana* ($H_{\text{média}} = 13,93$ m; $\sum APC_{m^2} = 667,68$ m²), sendo coerente com a proposição de que copas densas perenifólias alteram o direcionamento da queda de propágulos nos coletores.

Portanto, os regenerantes consolidados e as árvores adultas (*P. rigida*) por não estarem abaixo daquelas copas (*C. canjerana*) não indicam, conforme a temporalidade, que a correlação é deterministicamente positiva e que a *C. canjerana* não seja uma competidora em potencial nas classes iniciais de regeneração. Segundo Silva e Schorn (2005) sob o dossel os regenerantes de *C. canjerana* precisam de luminosidade parcial; e as árvores adultas não são indiferentes aos fatores físicos do solo (Reitz, 1988). Com a abertura de clareiras para beneficiar os propágulos de *P. rigida*, os propágulos de *C. canjerana* podem apresentar problemas se ficarem expostos a luz. Esses propágulos precisam de sombra para germinar (Zimmermann, 2018), já a população de *P. rigida* acredita-se que será favorecida.

Figura 17 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *C. canjerana* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).



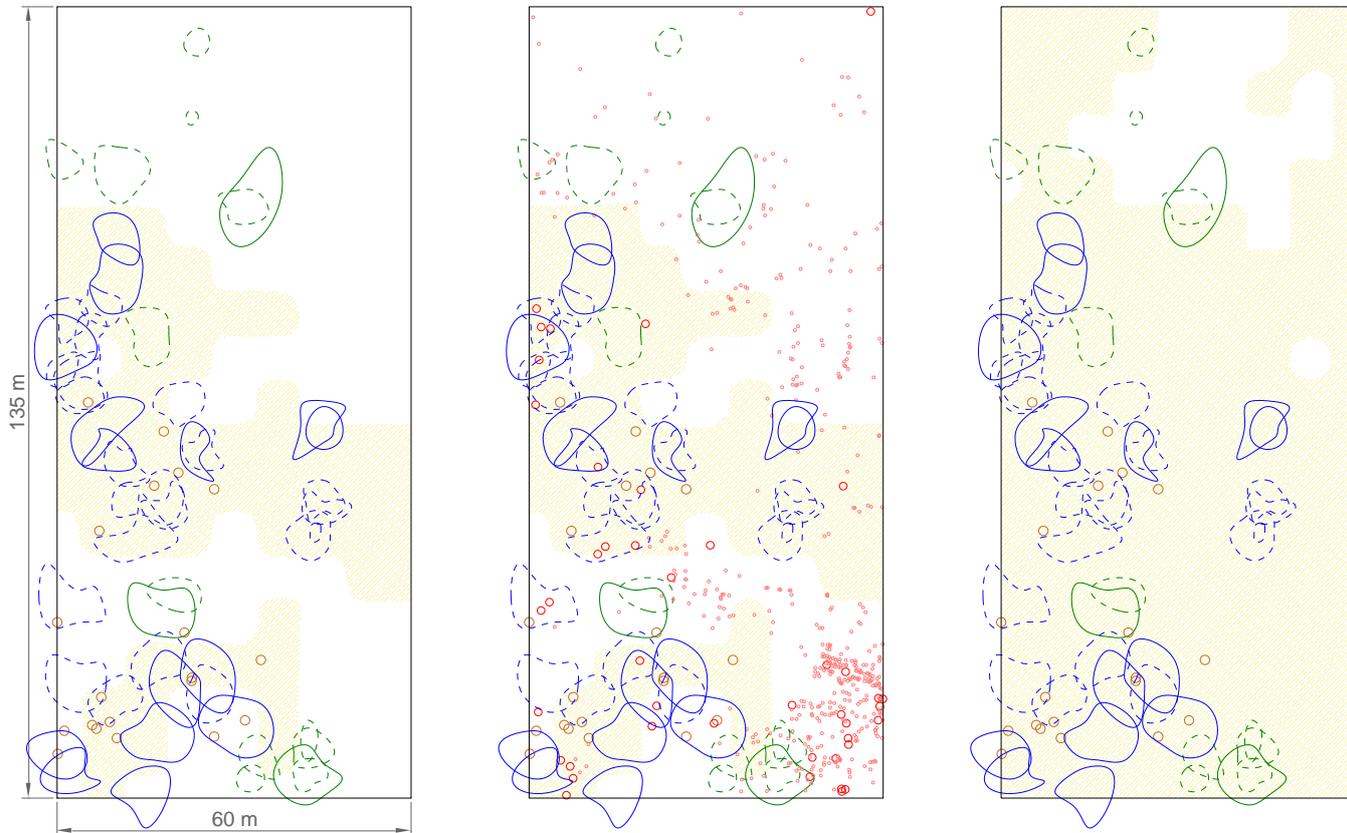
Fonte: A autora.

Figura 18 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *C. canjerana* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).

2016

2017

2018

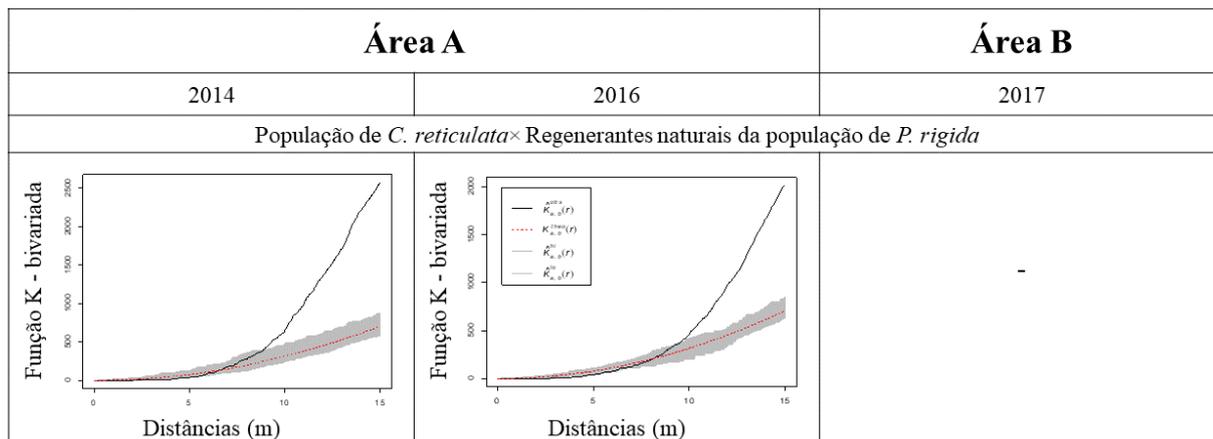


Fonte: A autora.

A interação de *P. rigida* com a espécie exótica *Citrus reticulata*, localizados apenas na área A, foi de associação (Quadro 6). Sendo que a chance de encontrar árvores adultas (*P. rigida*) abaixo da copa de *C. reticulata* (Figura 19) foi de 0,57. Mas, se for considerado os quatro eventos simultaneamente a chance cai para 0,07.

A associação a partir de as distâncias de 8,3 m em 2014 e de 9,7 m em 2017 corrobora com o resultado das probabilidades, onde a chance de encontrar abaixo de uma copa de *citrus* exemplares de regenerantes é superior a 0,12.

Quadro 6 - Processo pontual marcado: *Citrus reticulata* × Regenerantes naturais (processo pontual) da população de *Parapiptadenia rigida*, localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, nos Distritos: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.



Fonte: A Autora.

Ainda, nas projeções ortogonais nota-se que em todos os casos a população de *C. reticulata* (Hmédia= 8,28 m), estava abaixo da posição sociológica referente às copas de *P. rigida* (Hmédia= 13,72 m).

Mesmo a copa de *C. reticulata* sendo de folhagem densa durante a dispersão de propágulos de *P. rigida*, nem por isso pode-se inferir que esta foi o principal fator limitador. E por isso a importância em examinar os resultados do processo pontual e compará-los com as projeções. A espécie *C. reticulata* não apresentar características de potencial competidora.

Figura 19 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *C. reticulata* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).

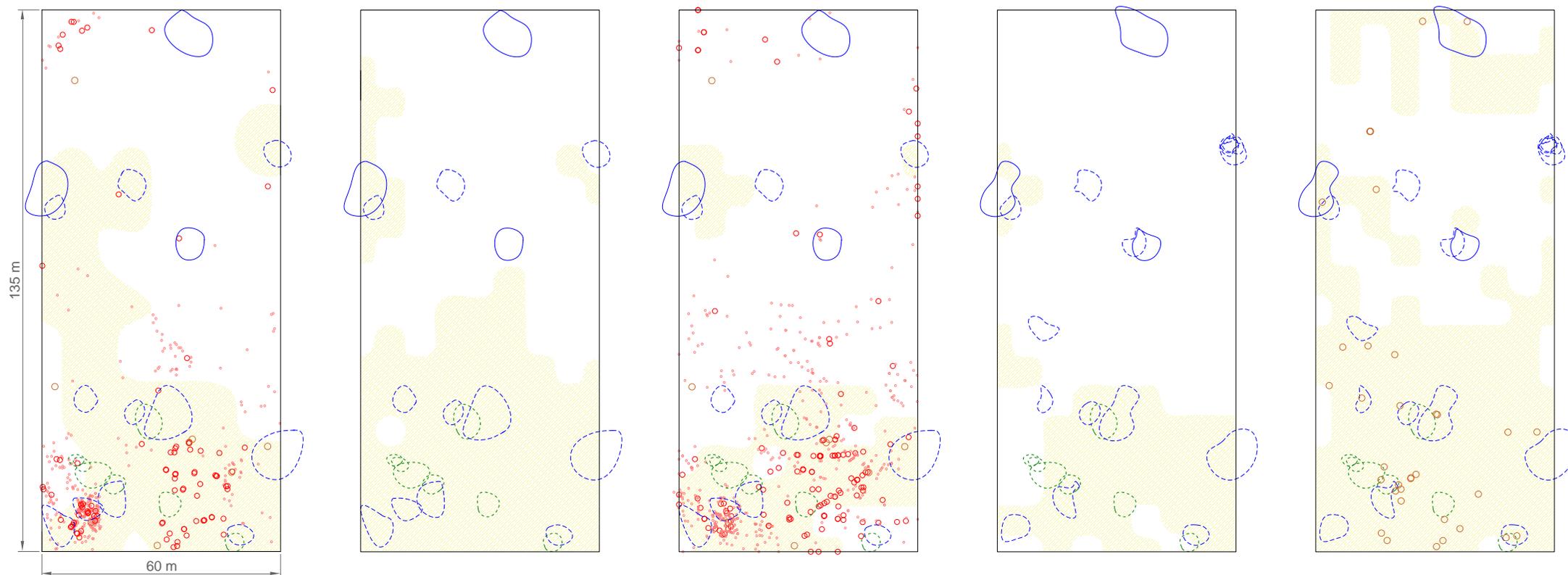
2014

2015

2016

2017

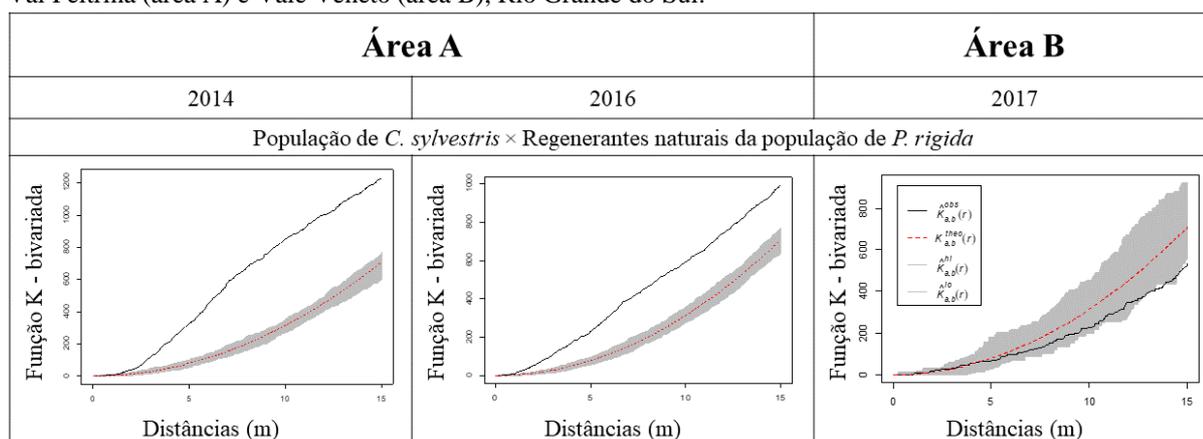
2018



Fonte: A autora.

A interação da população de *C. sylvestris* no processo pontual (Quadro 7), também, refutou a hipótese nula de CIE, ocasionando a marcação de associação na área A. Se escolhêssemos ao acaso uma copa de *C. sylvestris* (Figura 20) as chances de terem regenerantes de *P. rigida* dominados por essa copa são de 0,14 e para todas as fases (sementes, regenerantes e árvores adultas) a chance diminuiu para 0,002.

Quadro 7 - Processo pontual marcado: *Casearia sylvestris* × Regenerantes naturais (processo pontual) da população de *Parapiptadenia rigida*, localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, nos Distritos: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.

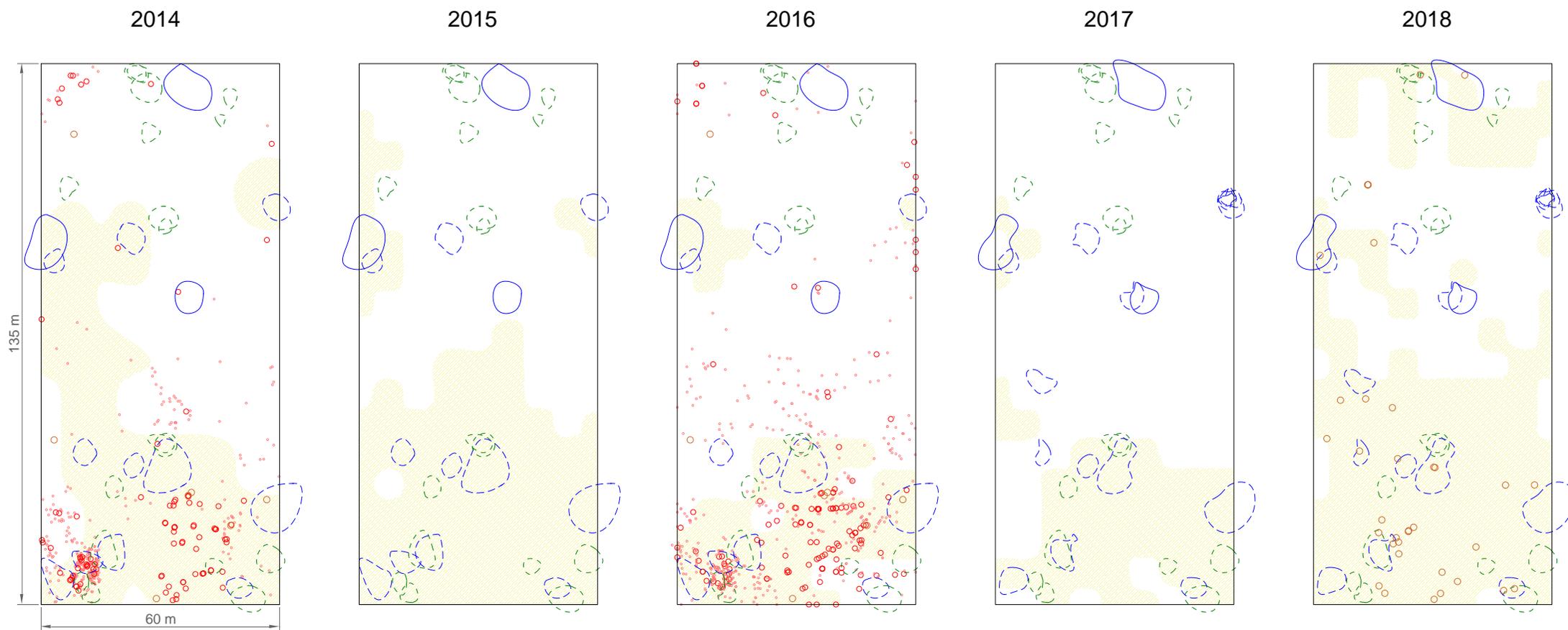


Fonte: A Autora.

Esses resultados apresentam plausibilidade biológica com o processo pontual fazendo com que a força da interação esteja livre de fatores que causem confusão, tendo em vista que às produtoras de sementes ($H_{média} = 14,1$ m) de *P. rigida* estão em uma posição sociológica abaixo das copas de *C. sylvestris* ($H_{média} = 10,3$ m), e nem por isso essas copas foram barreiras para a chegada de sementes no solo.

Na área B, o processo pontual foi de CIE (Quadro 7) e ao escolher de forma aleatória um indivíduo de *C. sylvestris* (Figura 21) a chance de ter abaixo de suas copas as quatro fases da espécie *P. rigida* foi nula. Esse baixo valor de probabilidade foi em função das árvores adultas de *P. rigida*, que na projeção ortogonal não foram encontradas abaixo das copas de *C. sylvestris*. Mesmo com essa baixa probabilidade de ocorrência, a espécie *C. sylvestris* não apresenta características ecológicas de potencial competidora

Figura 20 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *C. sylvestris* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).



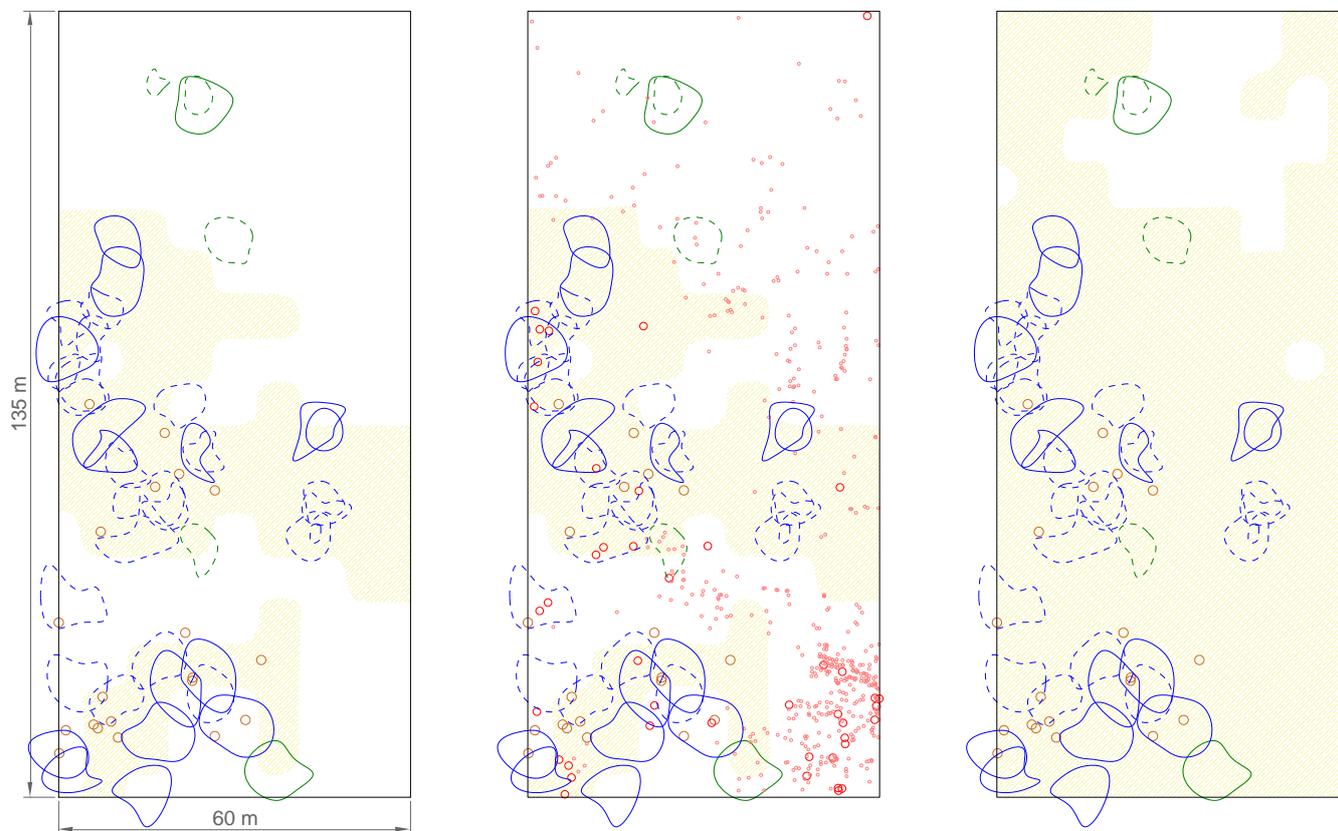
Fonte: A autora.

Figura 21 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *C. sylvestris* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).

2016

2017

2018

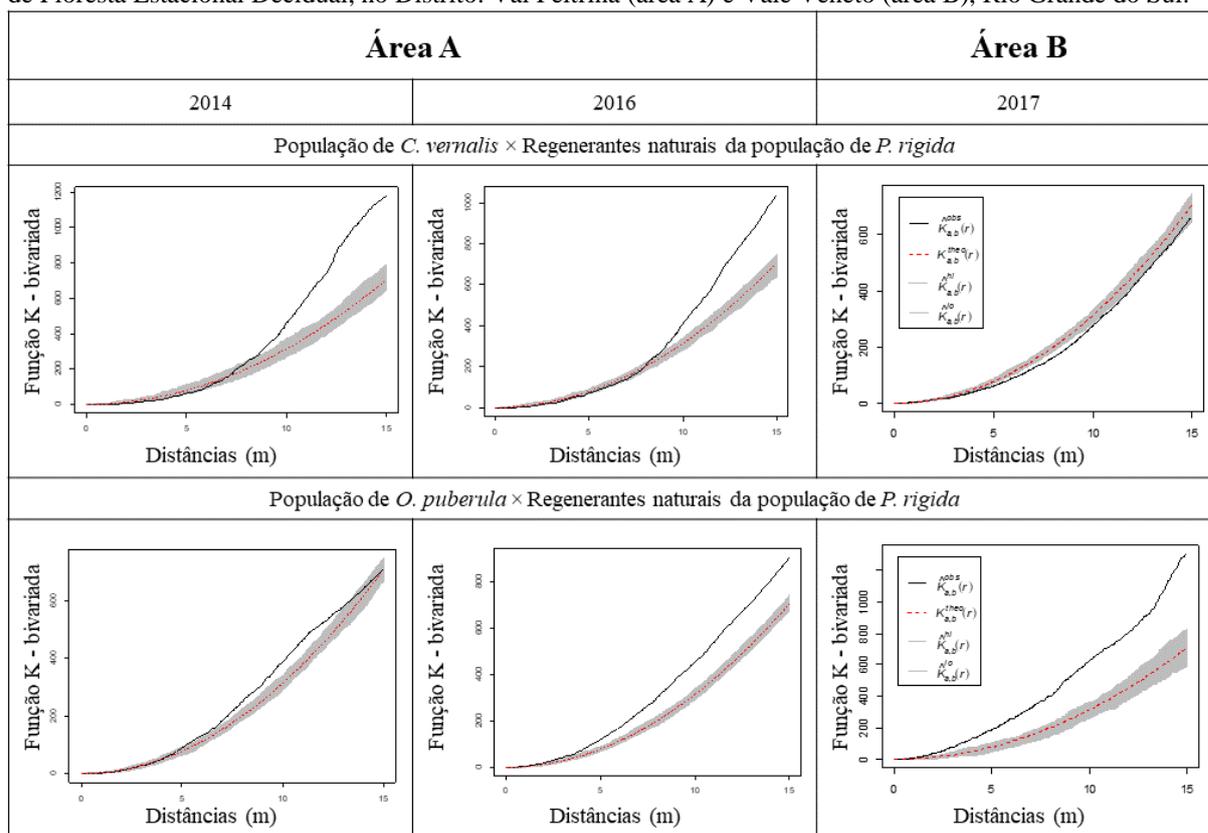


Fonte: A autora.

Os resultados da espécie *C. reticulata* guardam similitude com o processo pontual das espécies *C. vernalis* e *O. puberula* (Quadro 8) na área A. Observa-se que a associação entre a *C. vernalis* e os regenerantes naturais de *P. rigida* ocorreu a partir de distâncias superiores a 9 m, significa que a probabilidade de encontrar uma espécie com $APC_{m\u00e9dia}$ de $27,45m^2$ sombreando regenerantes naturais (iniciais e consolidados) de *P. rigida* foi de 0,27. Entretanto, quando a mensuração trata dos quatro eventos de forma simultânea esse valor diminui para 0,013 (Figura 22). Nesse resultado é importante ressaltar a altura média dos indivíduos de *C. vernalis* próximos a portadora de semente *P. rigida* que durante todos os anos de monitoramento ocuparam a mesma posição sociológica dominante (*C. vernalis* - $H_{m\u00e9dia}$ = 13,5 m; *P. rigida* - $H_{m\u00e9dia}$ = 14,3 m).

Na área B, o resultado de dissociação foi plausível para os regenerantes naturais (*P. rigida*), pois a chance de encontrá-los sombreados por copas de *C. vernalis* em distâncias inferiores a 6 m foi de 0,32. Logo, pode-se inferir que na área B a espécie *C. vernalis* (Figura 23) foi de potencial competidora e uma das principais responsáveis pelo agrupamento da população de *P. rigida*, devido a $APC_{m\u00e9dia} = 490,89 \text{ m}^2$ com folhagem densa e situadas na maior parte das vezes abaixo das copas de portadoras de sementes de *P. rigida*.

Quadro 8 - Processo pontual marcado: *Cupania vernalis* × Regenerantes naturais (processo pontual) e *O. puberula* × Regenerantes naturais (processo pontual), da população de *Parapiptadenia rigida*, localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.



Fonte: A Autora.

A interação dos regenerantes de *P. rigida* com a espécie *O. puberula* foi de associação (Quadro 8) durante o tempo e o espaço em distâncias maiores que 10 m. Logo, a chance de encontrar regenerantes sombreados por *O. puberula* foi de 0,38 e para os três eventos simultaneamente 0,045.

Figura 22 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *C. vernalis* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).

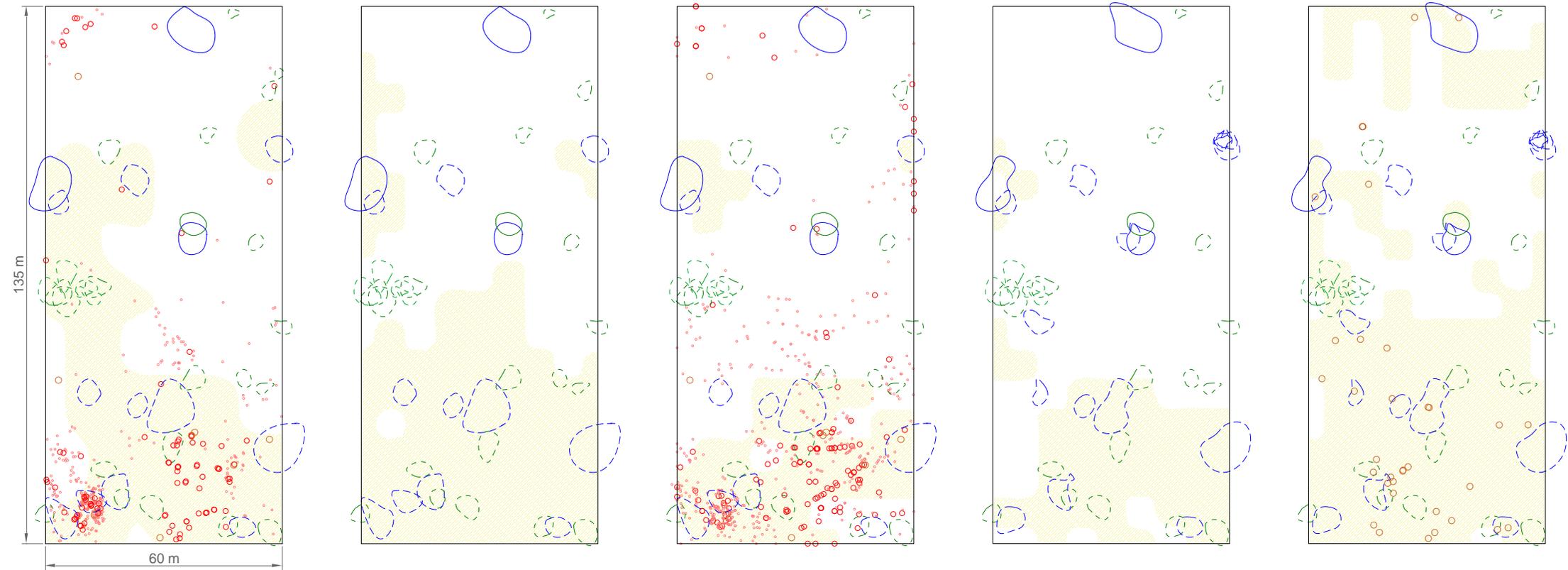
2014

2015

2016

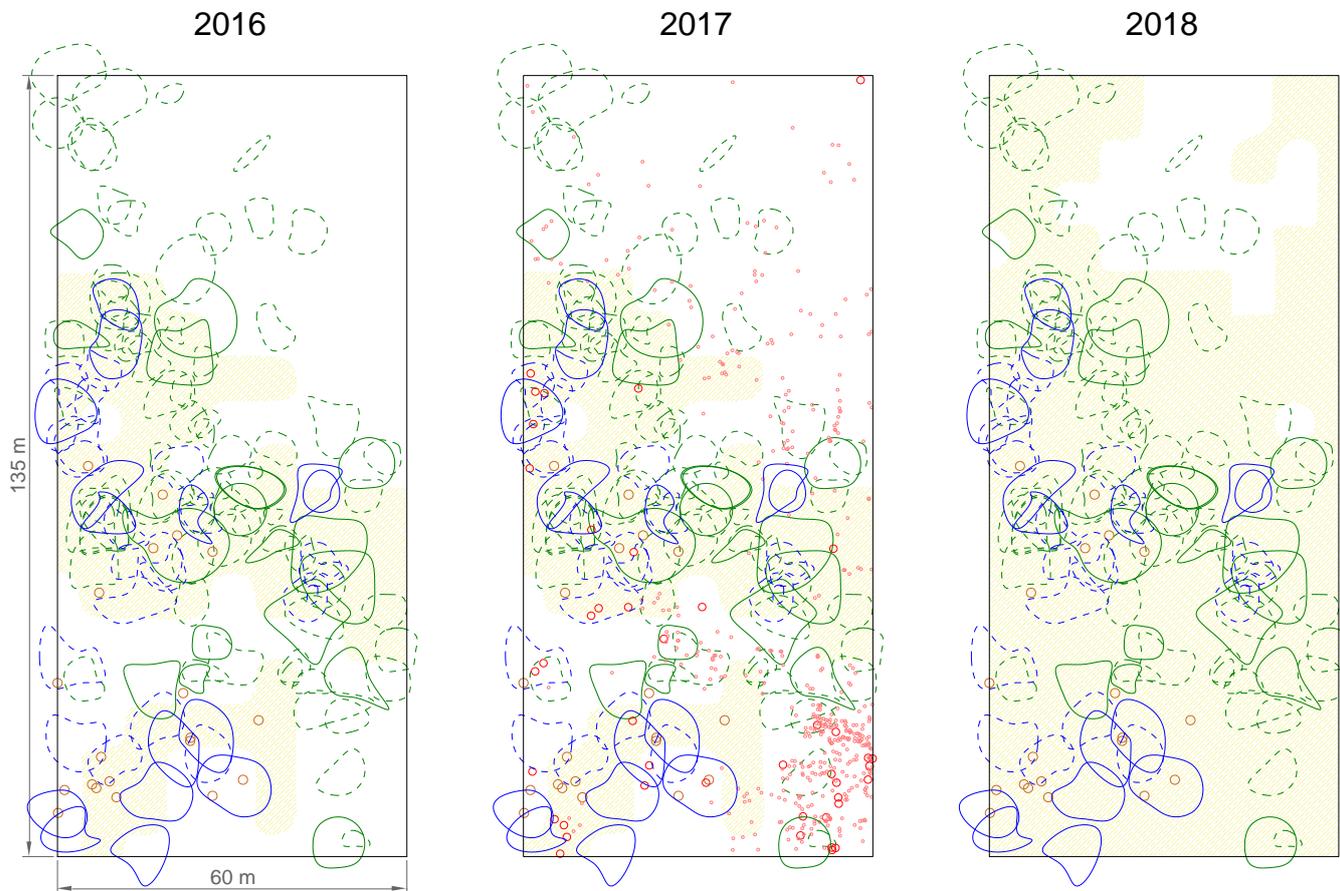
2017

2018



Fonte: A autora.

Figura 23 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *C. vernalis* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).



Fonte: A autora.

Quanto aos resultados da espécie *O. puberula* era esperado dissociação espacial, mas ao examinar a $H_{média} = 16,9$ m e APC média = $47,96$ m² (Figura 24) constatou-se que na área A as copas das produtoras de semente de *P. rigida* ($H_{média} = 14,6$ m) estavam na posição sociológica dominada por indivíduos de *O. puberula* e estas não foram as barreiras que impediram as sementes de chegar ao solo. Na área B (Figura 25) a chance de encontrar a *O. puberula* dominante foi de 0,16 para as quatro fases da espécie *P. rigida*, e para os regenerantes naturais sombreados por essa copa foi de 0,24.

Figura 24 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *O. puberula* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).

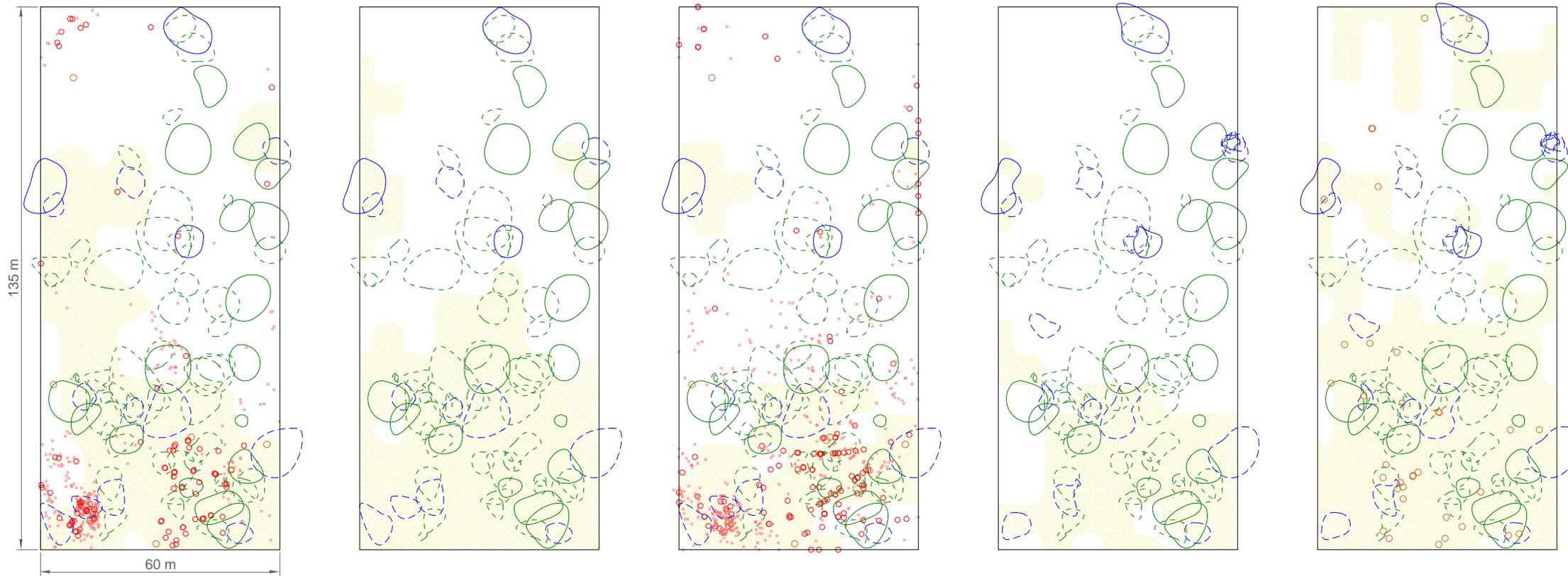
2014

2015

2016

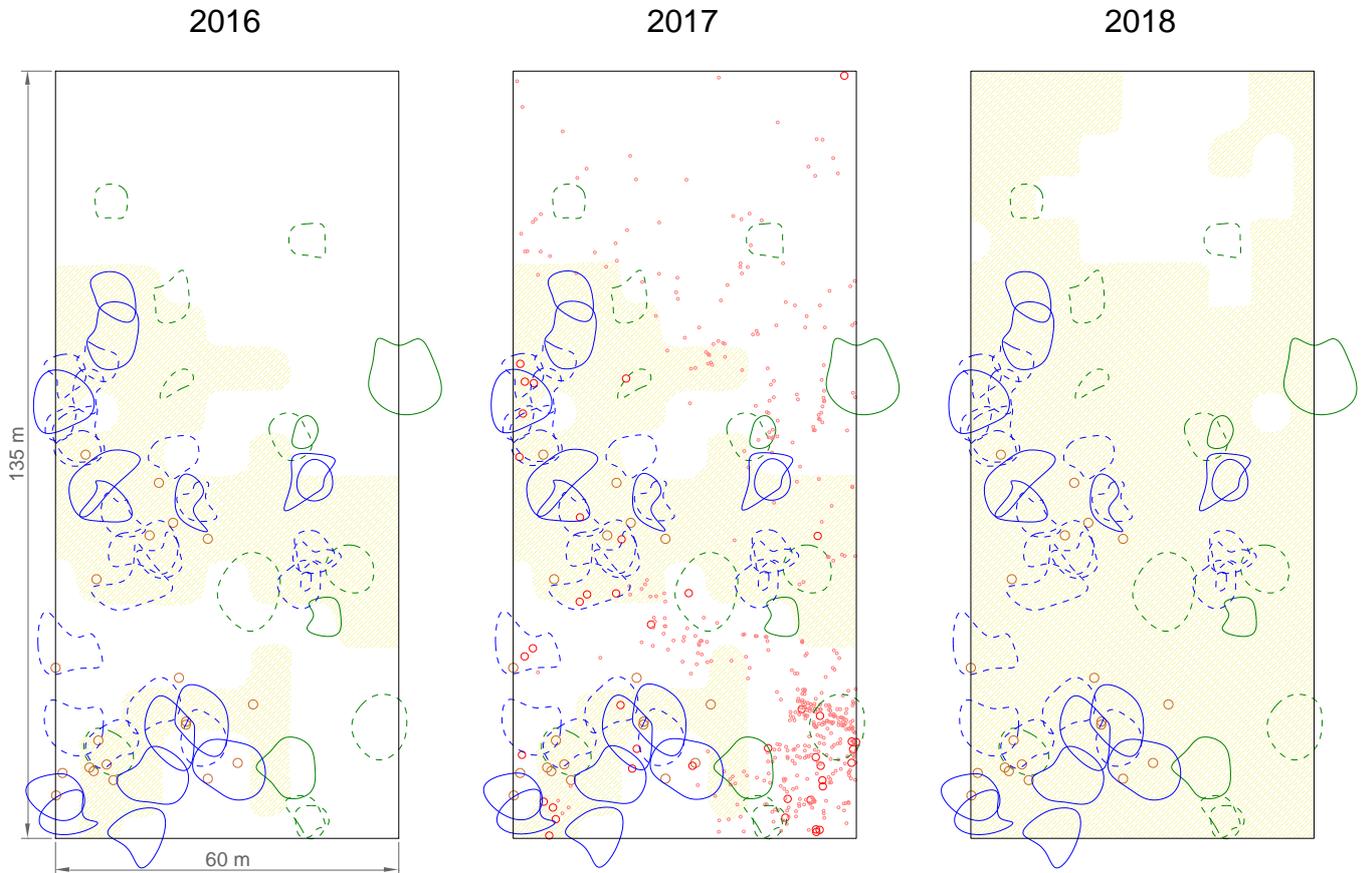
2017

2018



Fonte: A autora.

Figura 25 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *O. puberula* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).



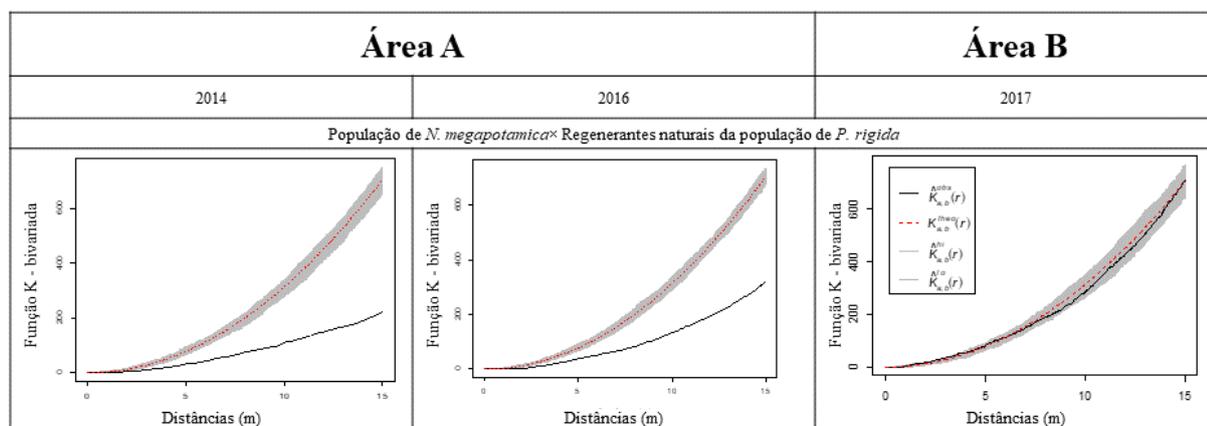
Fonte: A autora.

Levando em consideração a teoria de “permeabilidade das copas” (Brown e Dekay, 2004), tratando-a neste caso como uma barreira que pode influenciar o direcionamento da população de *P. rigida*, note que se as copas de *O. puberula* na área B estivessem na posição sociológica que dominassem as produtoras (*P. rigida*), a interação seria de associação, assim como aconteceu na área A.

Já a interação entre a espécie *N. megapotamica* com os regenerantes de *P. rigida* teve como resultado do processo pontual dissociação na área A e de CIE na área B (Quadro 9). Apesar de não ter o mesmo resultado de interação durante o tempo e o espaço não houve em nenhum evento tendência à associação. Na área A, as características morfológicas da espécie *N. megapotamica* foram: APC_{média} - 55,35 m² e H_{média} - 14,96 m; e para as produtoras de sementes (*P. rigida*), próximas à espécie *N. megapotamica*, a H_{média} foi de 14,98 m. Essas características fortalecem que a teoria de permeabilidade das copas ajuda na compreensão das

interações sejam positivas ou negativas de uma população para com a comunidade que a mesma está inserida.

Quadro 9 - Processo pontual marcado: *Nectandra megapotamica* × Regenerantes naturais (processo pontual) e *O. puberula* × Regenerantes naturais (processo pontual), da população de *Parapiptadenia rigida*, localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.



Fonte: A Autora.

Essa permeabilidade pode ser extraída da visualização da projeção das copas de *N. megapotamica* (Figura 26 – área A), que a chance das quatro fases da espécie *P. rigida* ocorrerem abaixo das copas de *N. megapotamica* existe, porém é ínfima (0,0004 -2014; e 0,0007 -2016).

Na área B, a H_0 foi aceita de CIE; e a espécie (*N. megapotamica*) teve como características: APCmédia de 60,45 m² e Hmédia = 18,12 m; e para as produtoras de sementes (*P. rigida*) Hmédia = 17,9 m. Observa-se que assim como na área A, a posição sociológica foi dominante e entrelaçadas sob o dossel, quando estão próximas.

Em relação as chances (Figura 27 – área B) das quatro fases da espécie *P. rigida* acontecerem ao mesmo tempo abaixo das copas de *N. megapotamica* foi de 0,0006 (2017) em distâncias menores que 7,5 m. Neste contexto, é coerente inferir que o principal fator de agrupamento desta população (*P. rigida*) foram as copas densas, criando barreiras para que propágulos não cheguem até o solo e regenerantes não tenham luminosidade suficiente

Figura 26 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *N. megapotamica* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).

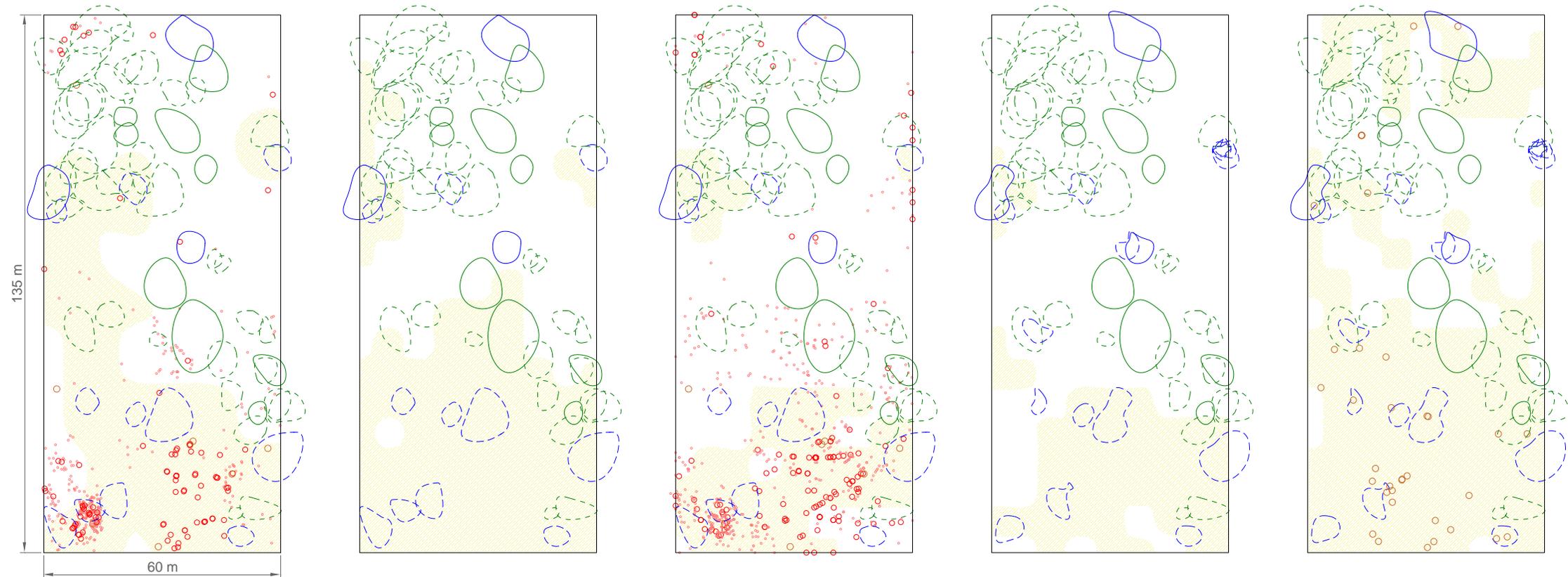
2014

2015

2016

2017

2018



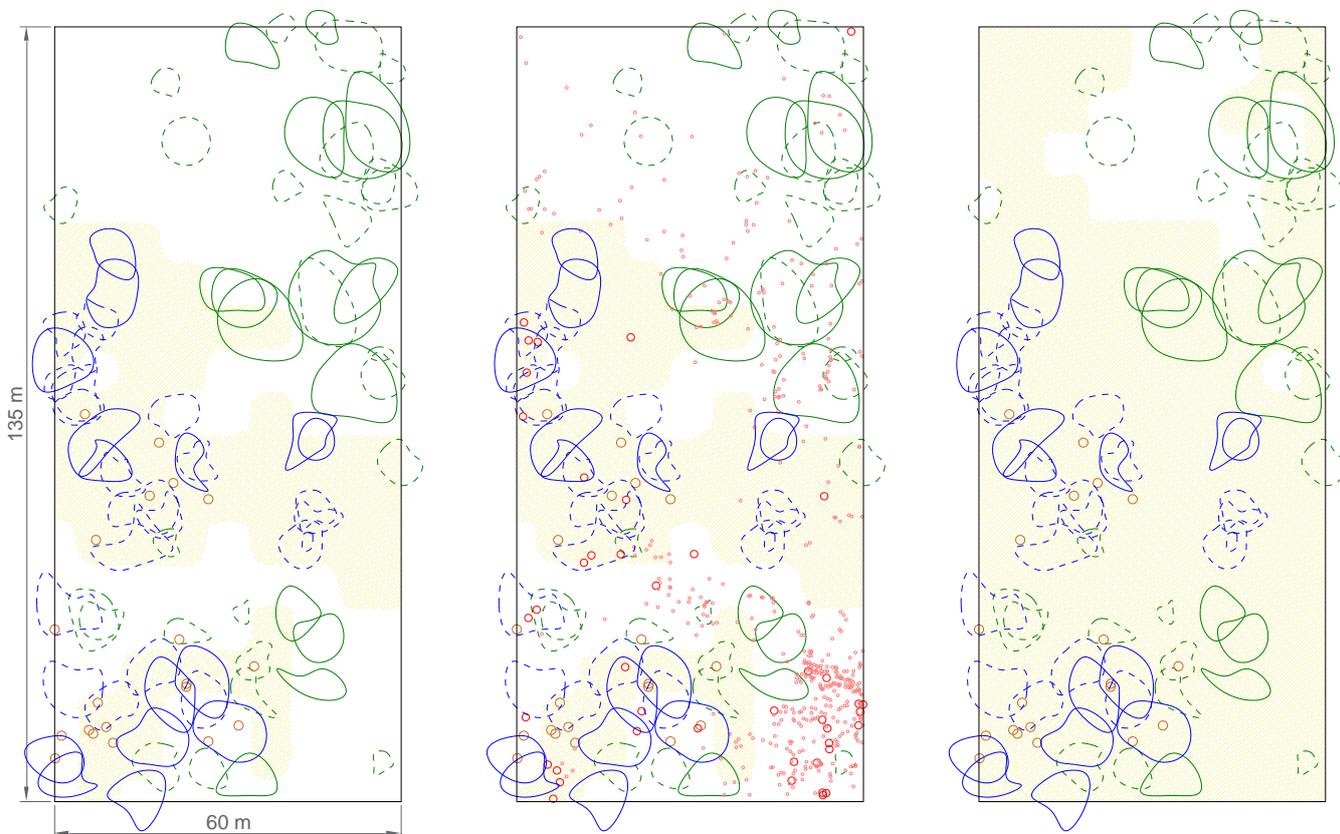
Fonte: A autora.

Figura 27 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *N. megapotamica* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).

2016

2017

2018



Fonte: A autora.

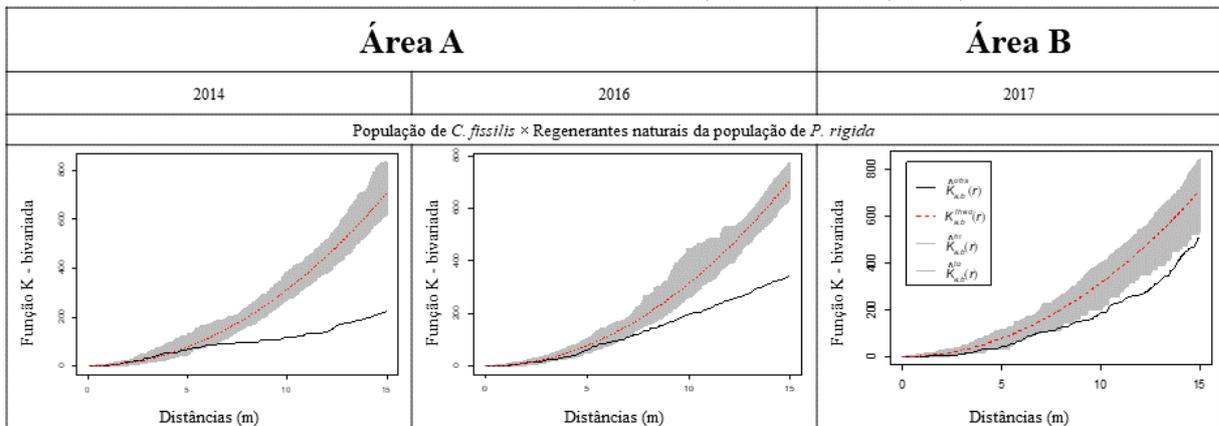
As principais características que fazem da espécie *N. megapotamica* uma competidora em potencial para a espécie de *P. rigida* são: copas perenifólias durante a dispersão de sementes, folhagem muito densa, produção de grande quantidade de sementes e vigorosa regeneração (Campos-Filho e Sartoreli, 2015; Lorenzi, 2003; Reitz et al., 1988).

Com a abertura de clareiras o que esperar da população de *N. megapotamica*? Dificuldade na germinação de suas sementes que preferem locais com sombras e solo argiloso; apesar dos regenerantes serem vigorosos o crescimento é lento, mesmo em condições ideais (Lorenzi, 1949). Deste modo, com a abertura de clareiras espera-se principalmente a estagnação do crescimento dos indivíduos já consolidados de *N. megapotamica*.

A interação da população de *C. fissilis* (quadro 10), tanto no tempo quanto no espaço foi a mesma resposta dissociação espacial a partir de distância de 5 m. Quanto as características da população de *C. fissilis*, na área A, foram: APCmédia de 29,3 m² (Figura 28) e Hmédia =

14,7 m; para as produtoras de propágulos (*P. rigida*) foram $H_{m\u00e9dia} = 14,12$ m. Na \u00e1rea B foram: $APC_{m\u00e9dia}$ de 60,36 m² (Figura 29) e $H_{m\u00e9dia} = 17,03$ m; para as produtoras de prop\u00e1gulos (*P. rigida*) foram $H_{m\u00e9dia} = 14,12$ m.

Quadro 10 - Processo pontual marcado: *Cedrella fissilis* \u00d7 Regenerantes naturais (processo pontual) e *O. puberula* \u00d7 Regenerantes naturais (processo pontual), da popula\u00e7\u00e3o de *Parapiptadenia rigida*, localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Val Feltrina (\u00e1rea A) e Vale V\u00eaneto (\u00e1rea B), Rio Grande do Sul.

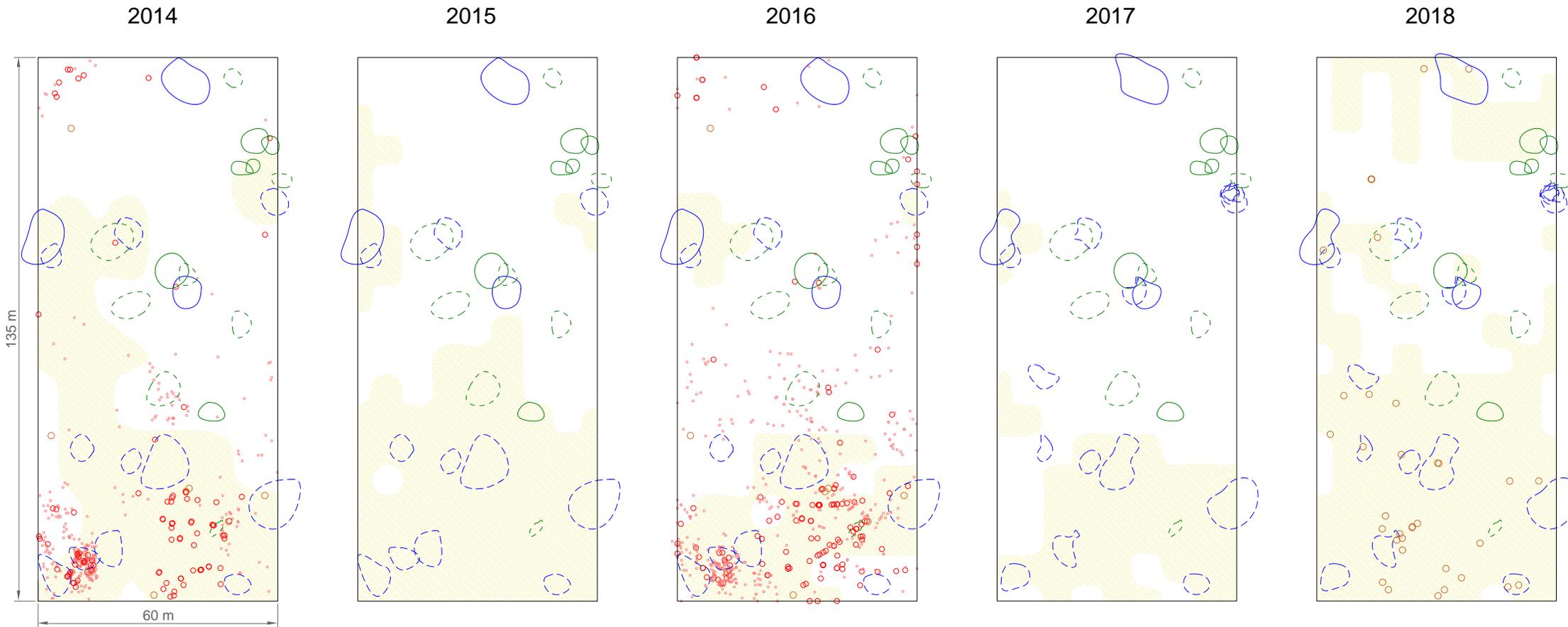


Fonte: A Autora.

O que chamou aten\u00e7\u00e3o nas intera\u00e7\u00f5es foi a similitude entre o tempo e espa\u00e7o. Notou-se que a chance de encontrar as quatro fases concomitantes abaixo das copas de *C. fissilis* \u00e9 nula, mas se focarmos nos regenerantes a chance \u00e9 de 0,0003 em dist\u00e2ncias menores que 6 m, em ambas as \u00e1reas. Os resultados dos processos pontuais corroboram com o que se pode extrair das proje\u00e7\u00f5es ortogonais, pois *C. fissilis* \u00e9 sim uma competidora em potencial.

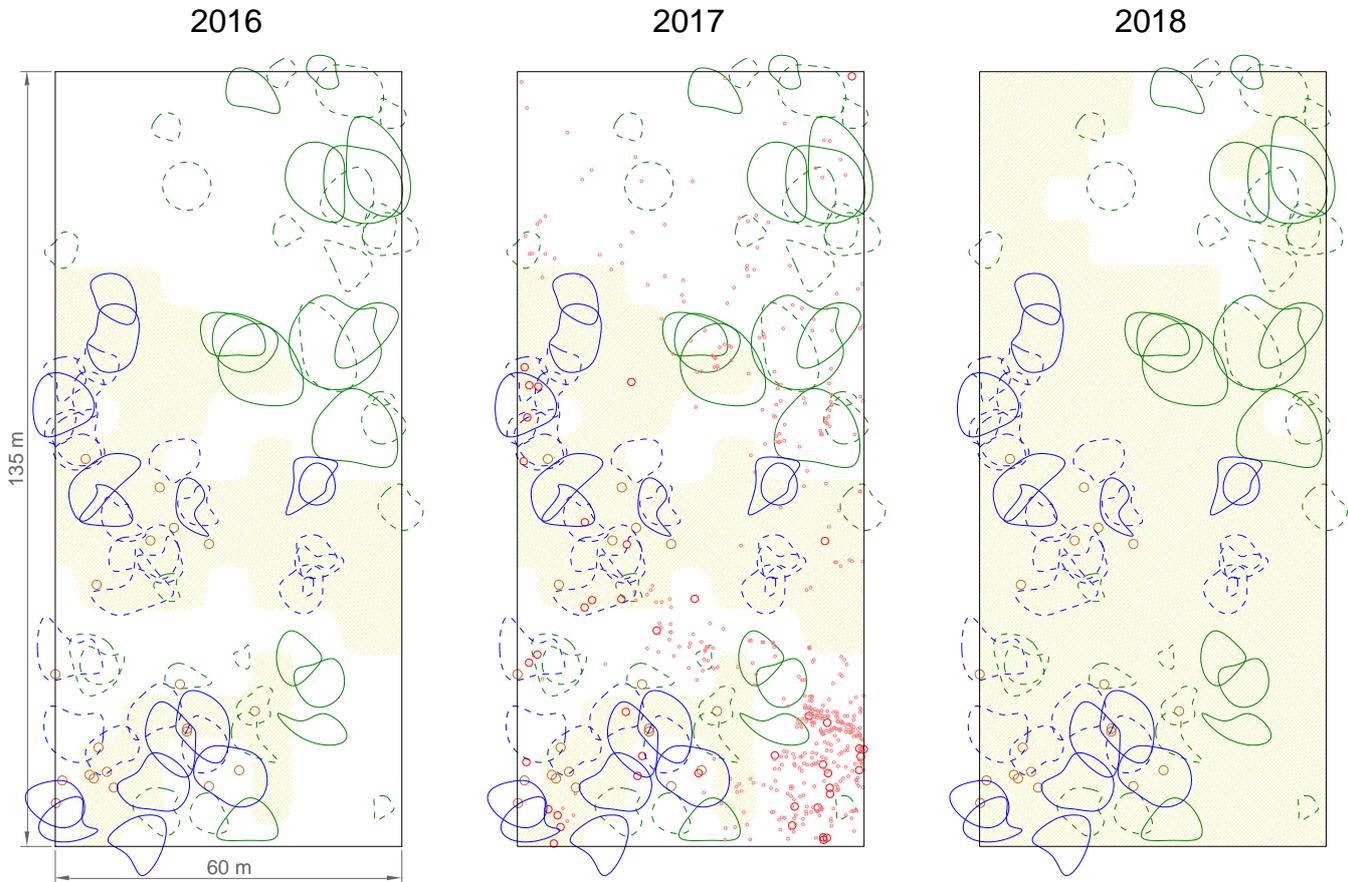
Mas, com a abertura de clareiras a esp\u00e9cie *P. rigida* tem vantagem na germina\u00e7\u00e3o de suas sementes quando comparada a *C. fissilis*. Segundo Lorenzi (2003), essa esp\u00e9cie tem as seguintes exig\u00eancias: o local para germina\u00e7\u00e3o das sementes precisa ser sombreado e se estiver em ambiente com solos \u00famidos e profundos o desenvolvimento na fase de regenerante inicial \u00e9 considerado r\u00e1pido.

Figura 28 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *C. fissilis* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).



Fonte: A autora.

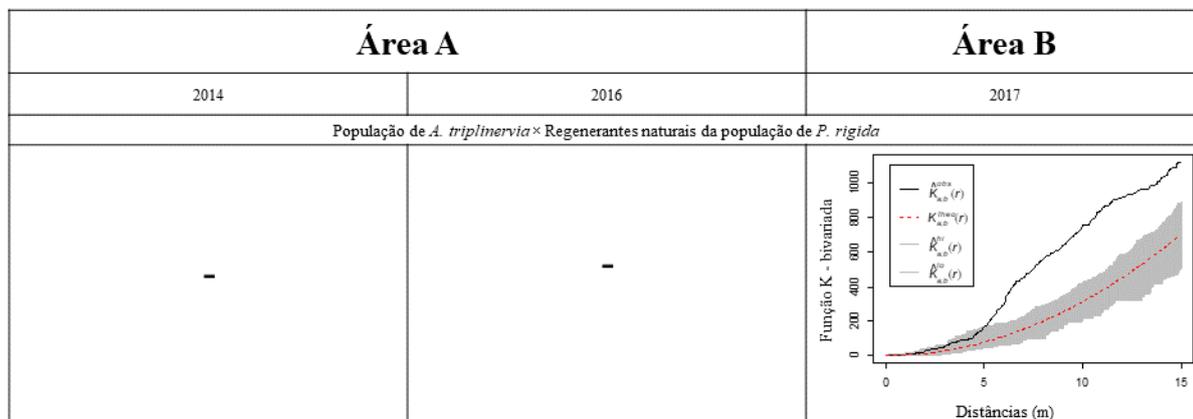
Figura 29 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *C. fissilis* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).



Fonte: A autora.

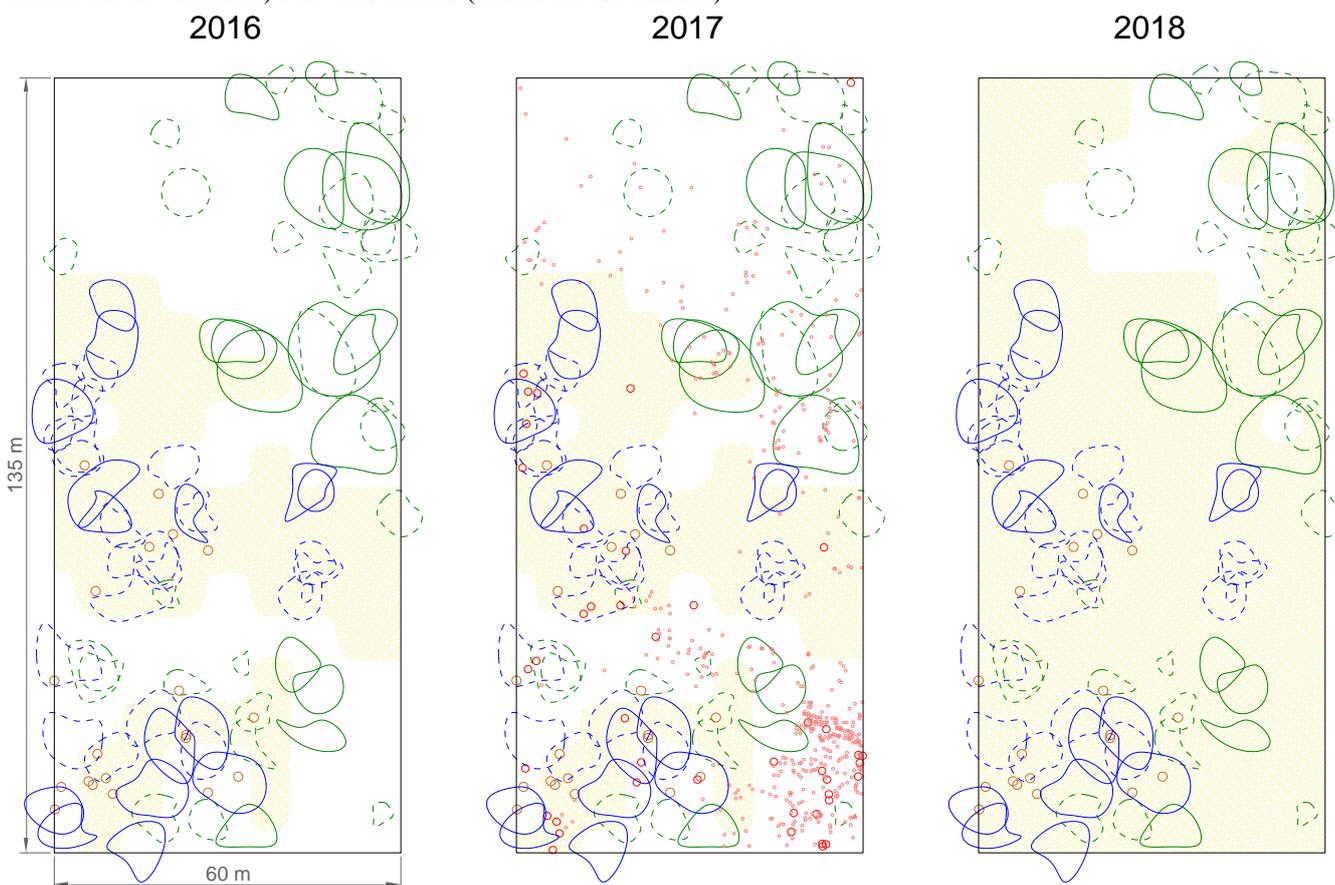
A interação dos regenerantes naturais de *P. rigida* com a espécie *Alchornea triplinervia*, localizada na área B, refutou a H₀ de CIE (Quadro 11), com associação a partir de distâncias maiores que 5 m. Apesar da associação ser positiva a chance de encontrar as quatro fases simultâneas abaixo das copas de *A. triplinervia* foi nula (Figura 30), entretanto ao examinar apenas com os regenerantes de *P. rigida* a probabilidade foi de 0,50. Com estas informações pode-se inferir que a população de *A. triplinervia* não foi a limitadora no arranjo espacial da população de *P. rigida* na área B.

Quadro 11 - Processo pontual marcado: *Alchornea triplinervia* × Regenerantes naturais (processo pontual) e *O. puberula* × Regenerantes naturais (processo pontual), da população de *Parapiptadenia rigida*, localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.



Fonte: A Autora.

Figura 30 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *A. triplinervia* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).



Fonte: A autora.

As características ecológicas da população (*A. triplinervia*) são de indiferença aos fatores físicos do solo e no momento da abertura de clareiras há relatos que os seus frutos se beneficiariam (Reitz et al., 1983), pois eles são fotoblásticos positivos. Os mesmos autores afirmam que em áreas com clareiras a regeneração é elevada, assim como o rápido crescimento, classificada como potencial competidora com a abertura do dossel.

Observou-se que se copas densas perenefólias (CDP) estiverem posicionadas abaixo das copas de *P. rigida* e/ou entrelaçadas, significa uma condição necessárias para redução de propágulos no solo. Mas, se as CDP forem da espécie *N. megapotamica* e/ou *C. fissilis* há condição necessária e suficiente, ou seja, uma relação causal. Quando se analisa apenas uma área os resultados poderiam ser um achado ocasional, mas a repetição das interações durante o tempo e o espaço ganham força e consistência de que esta relação foi causal. Portanto, é plausível a inferência de classificá-las como marcadoras da ausência de regenerantes da população de *P. rigida*.

As espécies classificadas com copas permeáveis, com IVI suficiente para a análise, foram: *Citronella paniculata*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Machaerium paraguariense*, *Apuleia leiocarpa*, *Myrsine umbellata*, *Prunus myrtifolia* e *Quillaja brasiliensis*.

A interação dos regenerantes de *P. rigida* com a população de *C. paniculata* refutou a H₀ de CIE no ano de 2014 (Quadro 12). As características morfométricas da população supracitada foi de APC_{média} de 28,21 m² e H_{média} = 14,07 m; e para as produtoras de sementes (*P. rigida*), próximas a *C. paniculata*, foi H_{média} = 14,23 m (Figura 31).

Nota-se que mesmo as copas de *C. paniculata* estando abaixo das produtoras de sementes (*P. rigida*), aquela não limitou a queda de sementes no solo e conseqüentemente o desenvolvimento da regeneração natural (*P. rigida*), por ser uma copa com permeabilidade positiva para a queda de propágulos no solo.

Quadro 12 - Processo pontual marcado: Citronela paniculata × Regenerantes naturais (processo pontual) e *Enterolobium contortisiliquum* × Regenerantes naturais (processo pontual), da população de *Parapiptadenia rigida*, localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Val Feltrina (área A), Rio Grande

Área A		Área B
2014	2016	2017
População de <i>C. paniculata</i> × Regenerantes naturais da população de <i>P. rigida</i>		
		-
População de <i>E. contortisiliquum</i> × Regenerantes naturais da população de <i>P. rigida</i>		
		-

do Sul.

Fonte: A Autora.

As chances de encontrar as quatro fases de *P. rigida* abaixo das copas de *C. paniculata* é nula, mas considerando apenas os regenerantes naturais a probabilidade é de 0,5. Quanto as características ecológicas, a espécie pode ser considerada potencial competidora com a regeneração natural (*P. rigida*)? Não, pois segundo Lorenzi (1949; 2003) apresenta baixa frequência e a distribuição é irregular, além de terem preferência por solos úmidos; a taxa de germinação é extremamente baixa, podendo demorar até 6 meses para a emergência, mesmo estando com todas as condições apropriadas para o seu desenvolvimento. Deste modo, os poucos exemplares de *C. paniculata* não se beneficiarão da abertura de clareiras

Figura 31 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *C. paniculata* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).

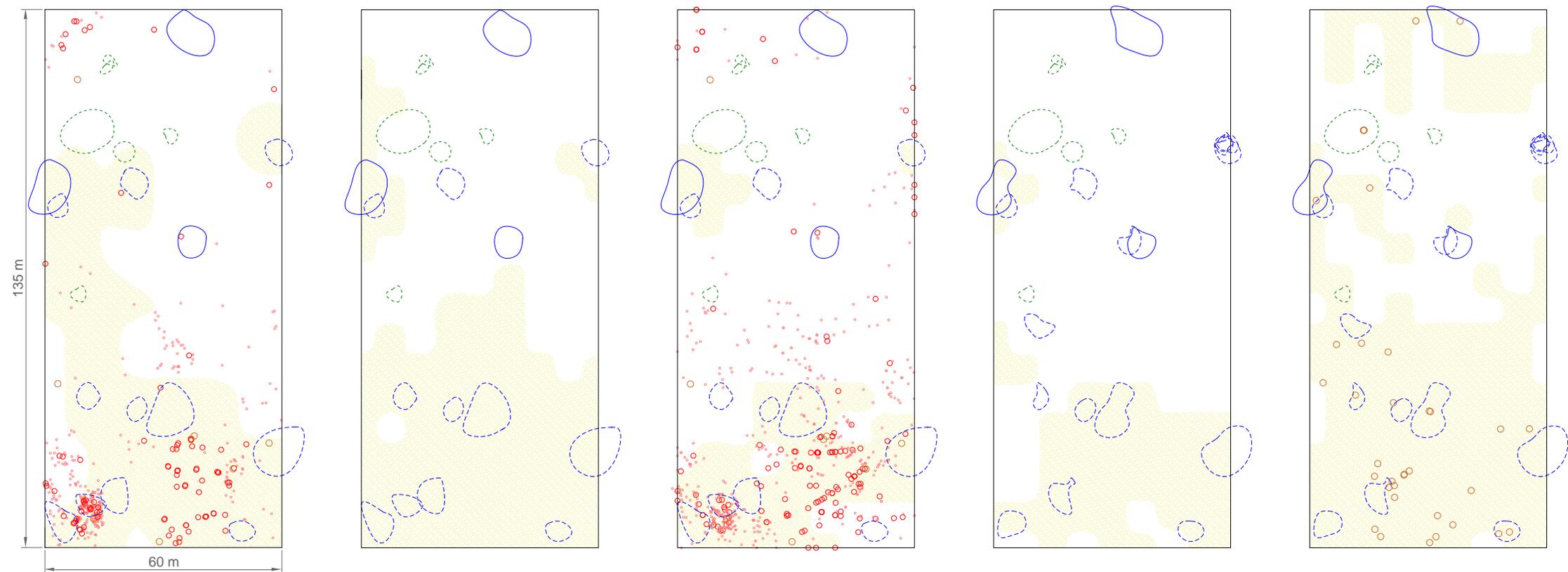
2014

2015

2016

2017

2018

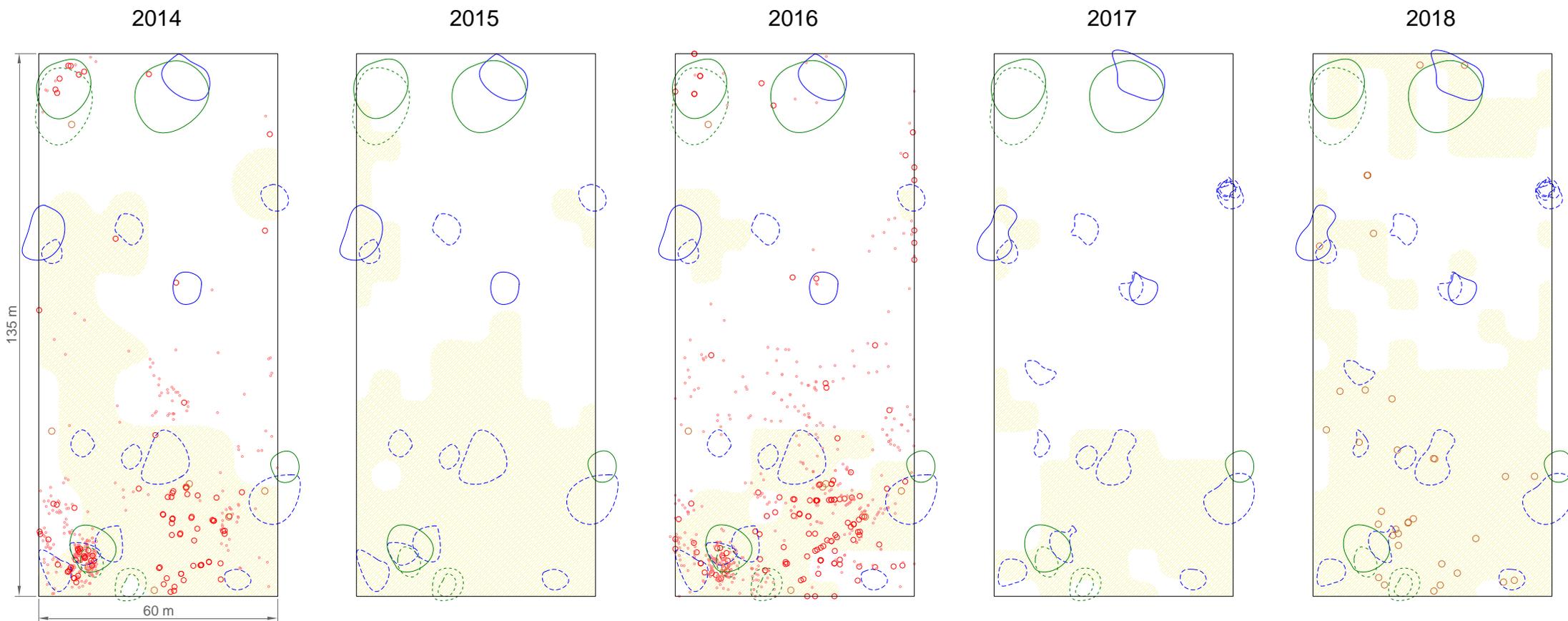


Fonte: A autora.

A população de *E. contortisiliquum* (Quadro 12) apresentou associação com os regenerantes de *P. rigida* e isso corrobora com as projeções ortogonais (Figura 32). A chance de encontrar regenerantes de *P. rigida* abaixo das copas de *E. contortisiliquum* chega a ser de 0,75; mas nas quatro fases ocorre uma pequena redução para 0,06. As características da população foram: APCmédia = 108,21 m² e Hmédia = 18,65 m; já para a população de *P. rigida* a Hmédia = 17,75 m.

Com a abertura de clareira, os riscos de competição podem acontecer com os regenerantes naturais de *P. rigida*? Sim, porque tanto os propágulos de *E. contortisiliquum* quanto os regenerantes se beneficiam da incidência de luz direta e aquecimento do solo, além dos regenerantes consolidados se desenvolverem mais rápido. De acordo com Lorenzi (1949), não há produção de frutos todos os anos e suas sementes apresentam taxa de germinação baixa. Ainda, Reitz et al. (1988) a caracterizam como pioneira e heliófila, e com presença na posição sociológica emergente. Portanto, é evidente que *E. contortisiliquum* não foi o fator limitador do desenvolvimento de *P. rigida* durante os anos de monitoramento.

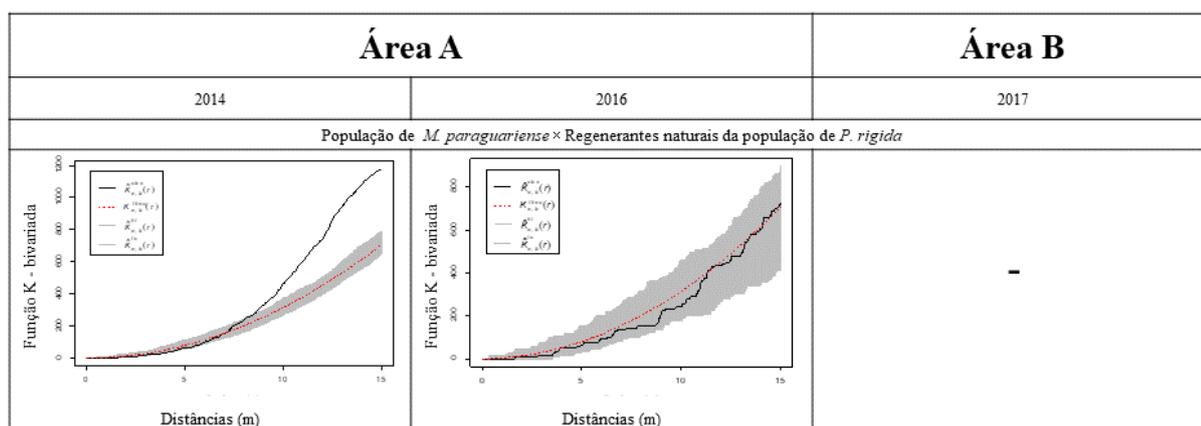
Figura 32 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *E. contortisiliquum* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).



Fonte: A autora.

Na população de *M. paraguariense* houve interação positiva com os regenerantes (*P. rigida*) na área A (Quadro 13). As características morfométricas de *M. paraguariense* com APCmédia de 10,61 m² e raios inferiores a 3 m. e a Hmédia desses indivíduos com 12,54 m estava na posição sociológica dominada quando próximos das portadoras de sementes de *P. rigida* (Hmédia = 14,43 m).

Quadro 13 - Processo pontual marcado: *Machaerium paraguariense* × Regenerantes naturais (processo pontual) e *Enterolobium contortisiliquum* × Regenerantes naturais (processo pontual), da população de *Parapiptadenia rigida*, localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Val Feltrina (área A), Rio Grande do Sul.



Fonte: A Autora.

A chance foi nula de encontrar abaixo das copas de *M. paraguariense* (Figura 33) os três eventos - regenerantes (iniciais e consolidados) e árvores adultas - simultaneamente. No entanto, com os regenerantes naturais em distâncias maiores que 6 m a chance foi de 12 %. Estando a comunidade com o arranjo espacial atual, quando houver aberturas de clareiras o que se pode esperar da população de *M. paraguariense*? É possível que por conta de suas características ecológicas esta consiga se desenvolver melhor que a espécie *P. rigida*?

De acordo com informações de Reitz et al. (1988) e Lorenzi (1949) a espécie apesar de ser heliófila apresenta baixas taxas de germinação, nessa fase precisará de sombra para que suas sementes entrem em emergência; além desse problema suas sementes são amplamente atacadas por insetos. Portanto, *M. paraguariense* não será competidora de *P. rigida* no manejo por regeneração natural, supondo abertura de clareiras.

Figura 33 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *M. paraguariense* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).

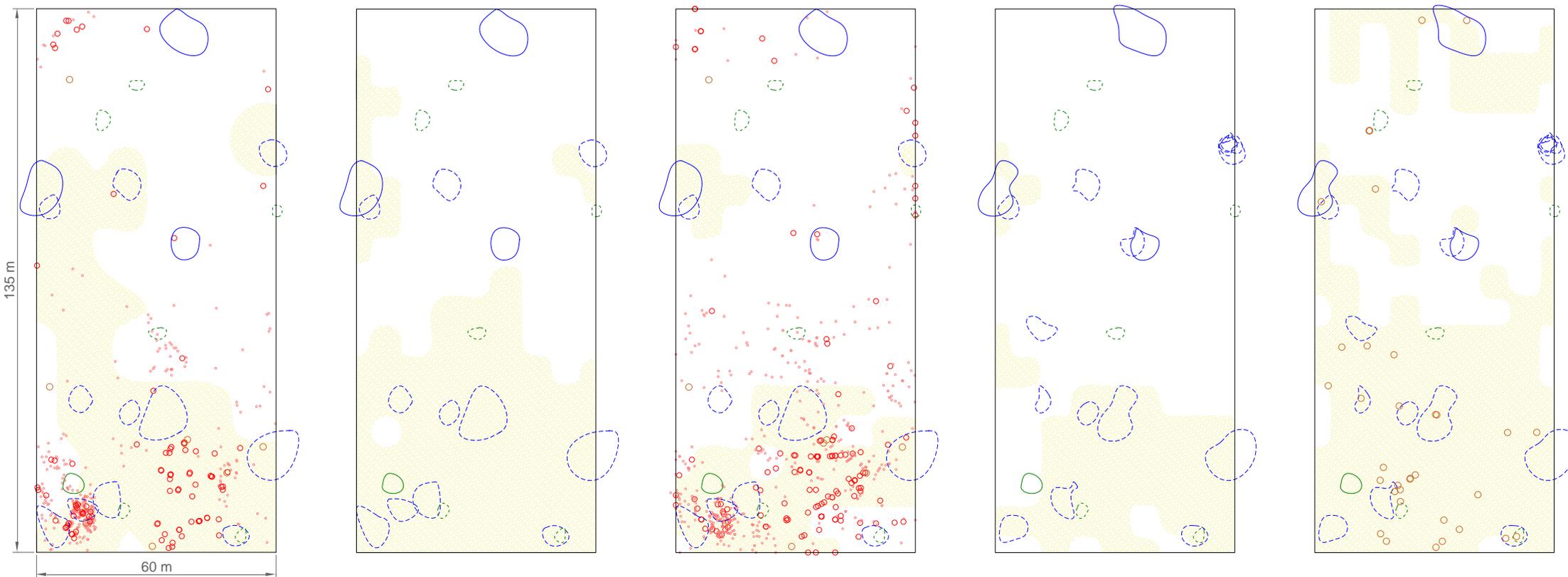
2014

2015

2016

2017

2018



Fonte: A autora.

Na área B, o processo pontual com a espécie *Apuleia leiocarpa* (Quadro 14) não refutou a hipótese de CIE. Deste modo, a chance de encontrar os três eventos abaixo dessas copas foi de 0,003, mas para regenerantes iniciais foi de 0,5 (Figura 34). As copas de *Apuleia leiocarpa*, próximas a população de *P. rigida* (Hmédia = 17,75 m), foram mensuradas com APCmédia = 40,42 m² e Hmédia = 16,51 m; na posição sociológica dominada.

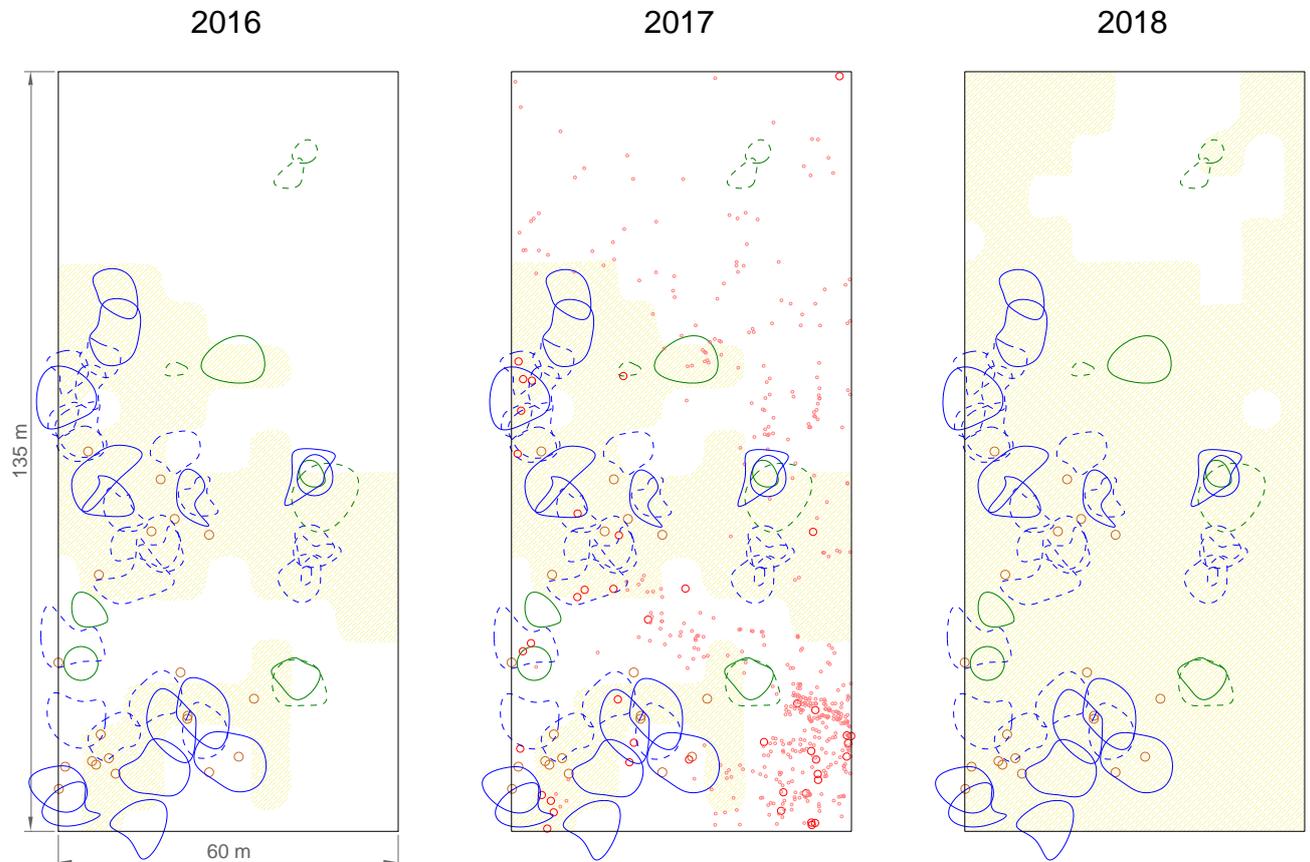
Quadro 14 - Processo pontual marcado: *Apuleia leiocarpa* × Regenerantes naturais (processo pontual) e *Enterolobium contortisiliquum* × Regenerantes naturais (processo pontual), da população de *Parapiptadenia rigida*, localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.

Área A		Área B
2014	2016	2017
População de <i>A. leiocarpa</i> × Regenerantes naturais da população de <i>P. rigida</i>		
-	-	

Fonte: A Autora.

Quais características ecológicas de *A. leiocarpa* podem interferir durante a condução da população de *P. rigida*, após abertura de clareiras? O problema será com os regenerantes naturais estabelecidos, que com a abertura de clareiras o desenvolvimento é classificado como vigoroso (Lorenzi, 2003). O inconveniente está na quebra de dormência dos frutos, que precisam de ambientes mais úmidos, por isso apresentam taxas baixas de germinação. Desta forma, a espécie *P. rigida* tem vantagem, pois suas taxas de germinação são altas. Segundo Lopes et al. (2012) a rápida germinação (*P. rigida*) ocorre entre 5 a 8 dias e após 36 dias as plântulas atingem 3 cm de altura, demonstrando o rápido crescimento desses indivíduos e evidenciando a facilidade de desenvolvimento do banco de plântulas.

Figura 34 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *A. leiocarpa* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).



Fonte: A autora.

Quais características ecológicas de *A. leiocarpa* podem interferir durante a condução da população de *P. rigida*, após abertura de clareiras? O problema será com os regenerantes naturais estabelecidos, que com a abertura de clareiras o desenvolvimento é classificado como vigoroso (Lorenzi, 2003). O inconveniente está na quebra de dormência dos frutos, que precisam de ambientes mais úmidos, por isso apresentam taxas baixas de germinação. Desta forma, a espécie *P. rigida* tem vantagem, pois suas taxas de germinação são altas. Segundo Lopes et al. (2012) a rápida germinação (*P. rigida*) ocorre entre 5 a 8 dias e após 36 dias as plântulas atingem 3 cm de altura, demonstrando o rápido crescimento desses indivíduos e evidenciando a facilidade de desenvolvimento do banco de plântulas.

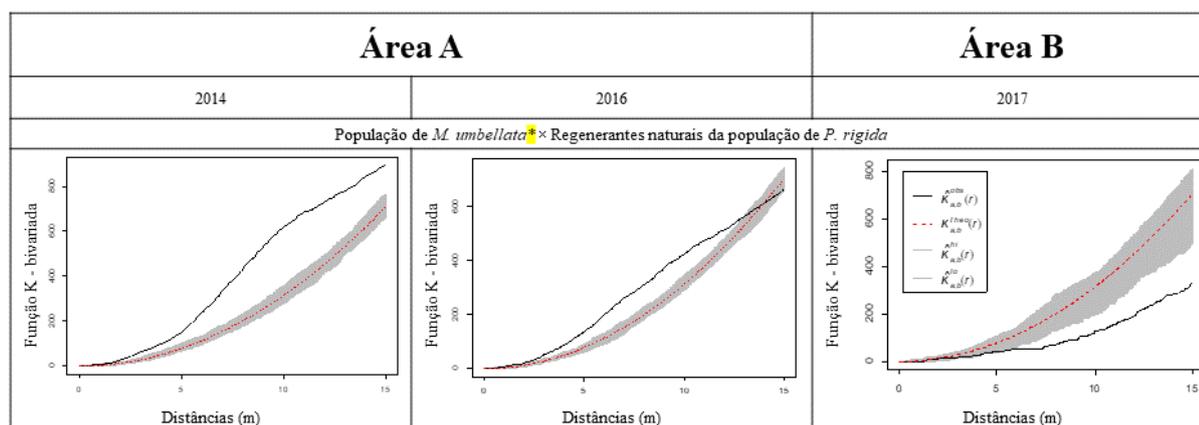
De acordo com Lorenzi (1949) esta espécie raramente ocorre em formações secundárias abertas, é uma espécie heliófita ou de luz difusa; sua germinação é baixa e necessitam de sombreamento para que ocorra a emergência. De acordo com Reitz et al. (1949), no passado o estrato emergente era dominado por *A. leiocarpa*. De um total de 515 árvores conhecidas no Rio Grande do Sul descritas pelos autores em sua obra, a espécie *A. leiocarpa* é uma das mais importantes juntamente com: *C. fissilis*, *E. contortisiliquum*, *C. canjerana* e *P. rigida*.

A espécie (*Apuleia leiocarpa*) tem uma madeira muito valiosa. Atualmente, no Estado do Rio Grande do Sul está ameaçada de extinção (Decreto nº42.099, 2002). Essa população em planos de manejo sustentável deve ser classificada como imune ao corte. Martinelli e Moraes (2013) estimam que no período de 100 anos ocorrerá uma redução nacional de 30 % dos indivíduos, por conta da continuidade da exploração predatória.

A espécie *Myrsine umbellata* apresentou no processo pontual (Quadro 15) associação na área A, com as seguintes características morfométricas: APCmédia = 21,15 m² e Hmédia = 13,16 m; já as produtoras de propágulos (*P. rigida*) a Hmédia = 14,41 m. A chance de encontrar regenerantes abaixo das copas de *M. umbellata* foi de 0,003; e para as quatro fases de *P. rigida* a chance foi nula (Figura 35).

Na área B, a interação foi de dissociação e a população de *M. umbellata* apresentou APCmédia = 33,47 m² e Hmédia = 17,4 m bem superior aos indivíduos da área A; já as produtoras de propágulos (*P. rigida*) - Hmédia foi 19,00 m. A chance de encontrar regenerantes abaixo das copas de *M. umbellata* foi de 0,007, e para as quatro fases de *P. rigida* juntas (Figura 36) a chance foi de 0,0006 para distância menores que 6 m.

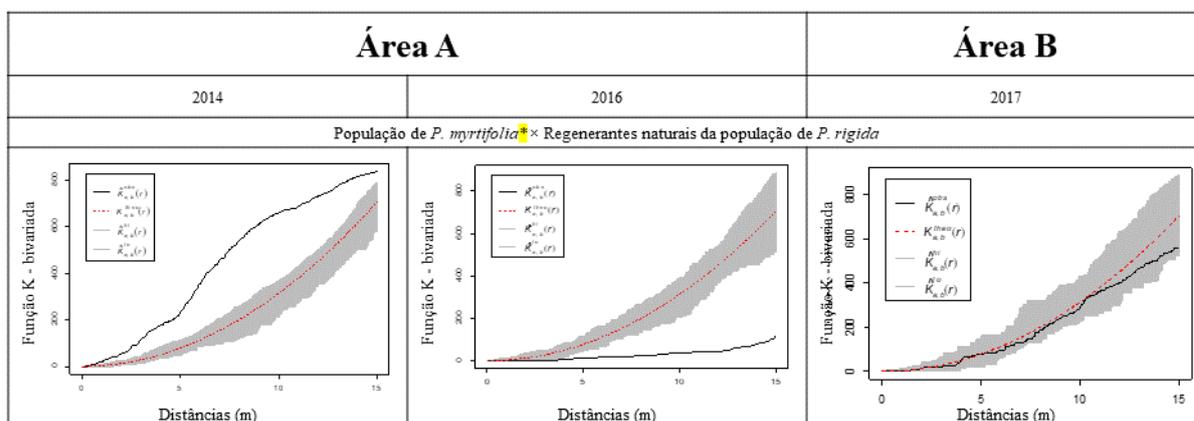
Quadro 15 - Processo pontual marcado: *Myrsine umbellata* × Regenerantes naturais (processo pontual) da população de *Parapiptadenia rigida*, localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.



Fonte: A Autora.

Logo, ao analisar o gradiente causa \times efeito a dissociação pode ser uma marcação de que o motivo para os regenerantes não estarem presentes é devido a *M. umbellata* ser uma barreira para a queda de sementes no solo. Tanto é que quando as copas estão na mesma posição sociológica o resultado da interação foi de associação, entretanto nos resultados de dissociação as copas de *M. umbellata* próximas às produtoras de propágulos estavam na posição dominada.

Quadro 16 - Processo pontual marcado: *Prunus myrtifolia* \times Regenerantes naturais (processo pontual) da população de *Parapiptadenia rigida*, localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.



Fonte: A Autora.

Outra espécie classificada com copa permeável foi *Prunus myrtifolia* (Quadro 16) cujos resultados foram diferentes para cada ano e cada área. Na área A (2014) a relação foi de associação com características morfométricas da população com $APC_{média} = 45,16 \text{ m}^2$ e $Hm_{média} = 13,16 \text{ m}$; e para as produtoras de sementes de *P. rigida* a $Hm_{média} = 15,81 \text{ m}$.

Figura 35 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *M. umbellata* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).

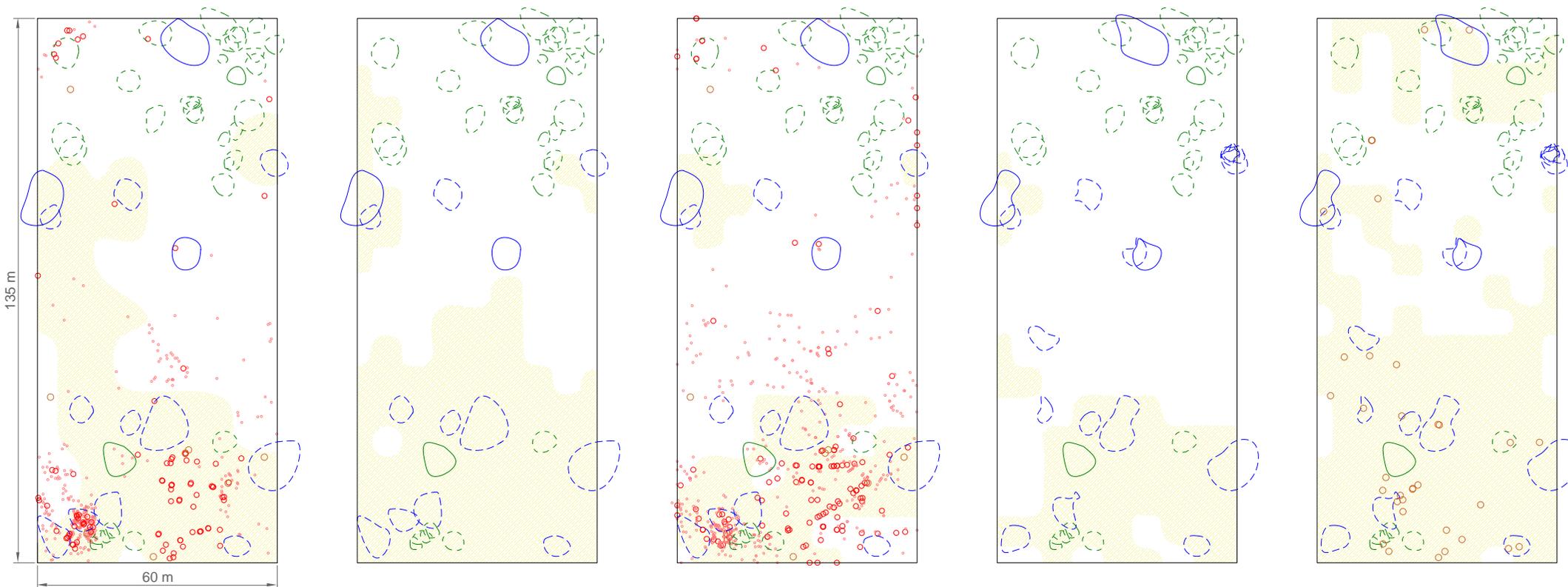
2014

2015

2016

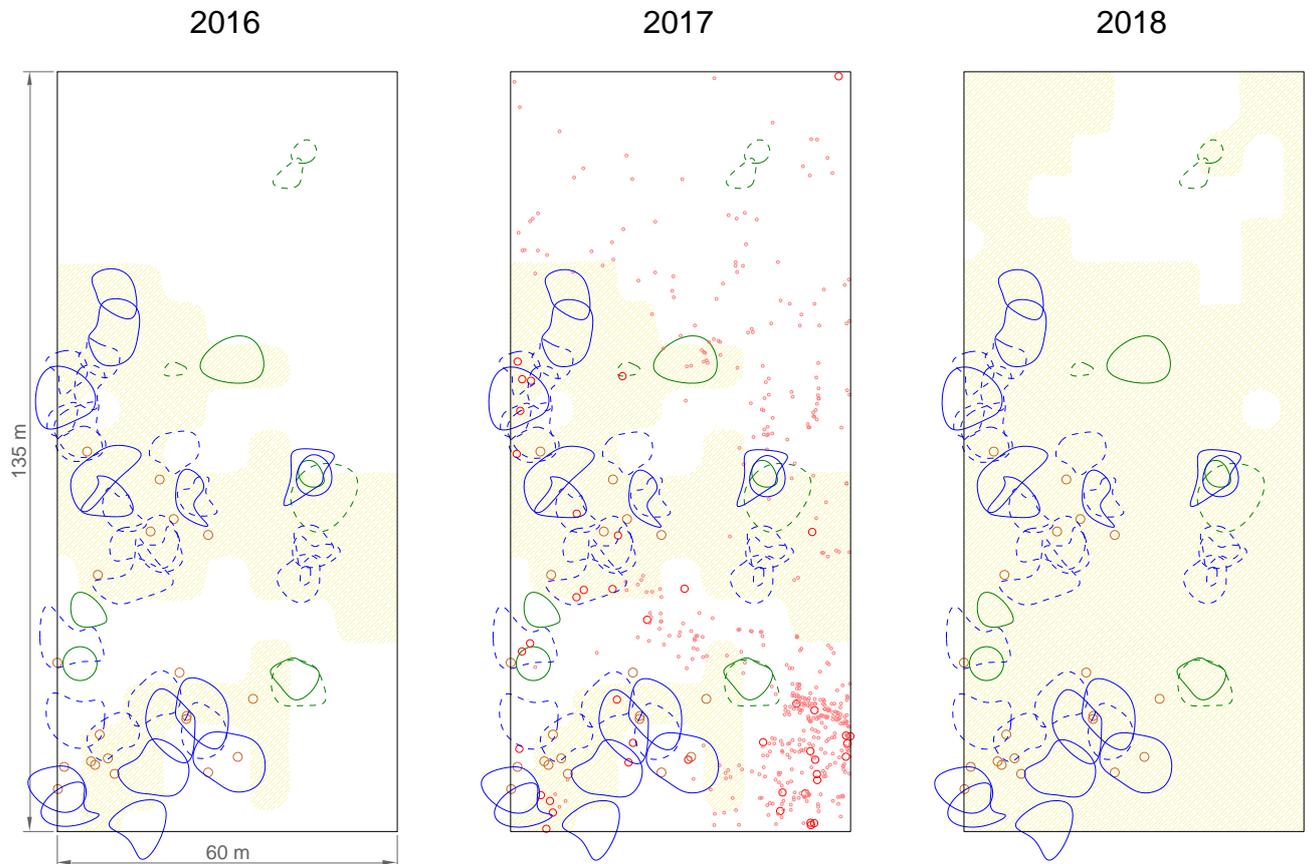
2017

2018



Fonte: A autora.

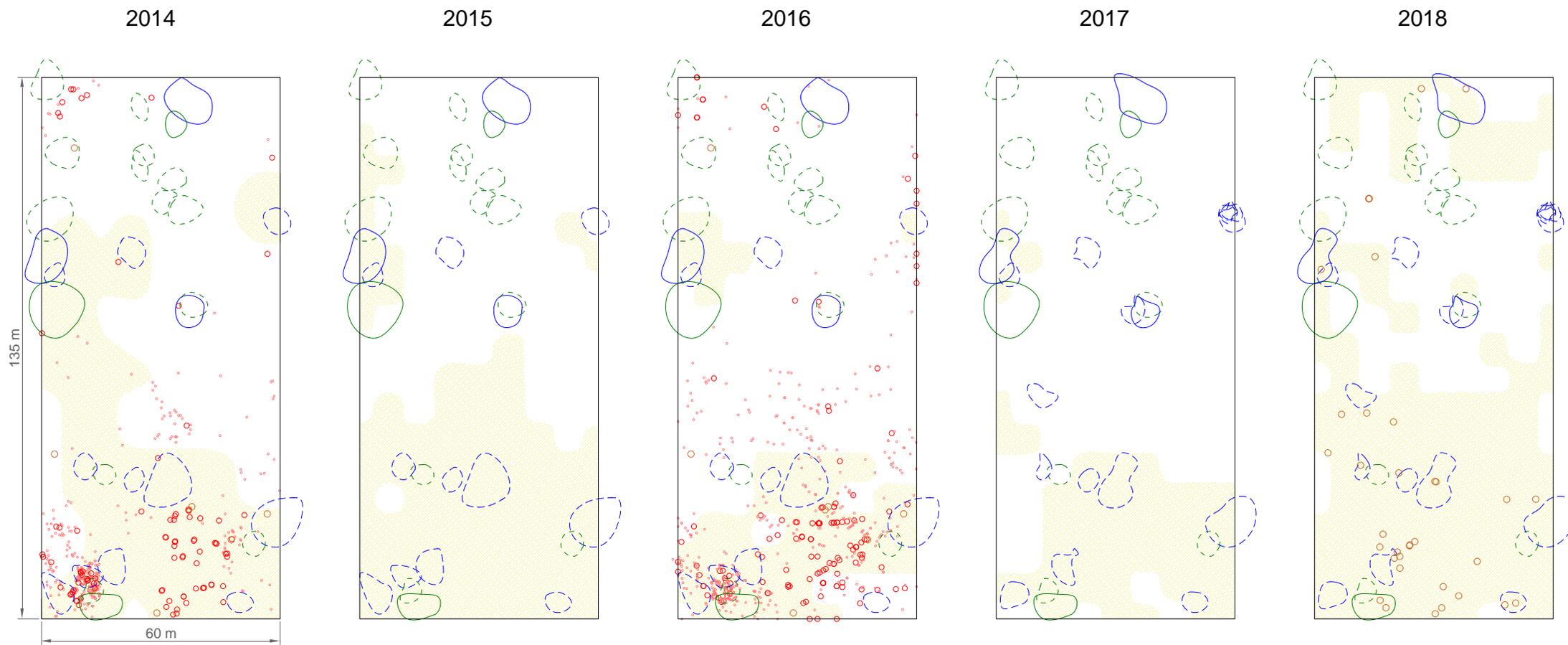
Figura 36 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *M. umbellata* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).



Fonte: A autora.

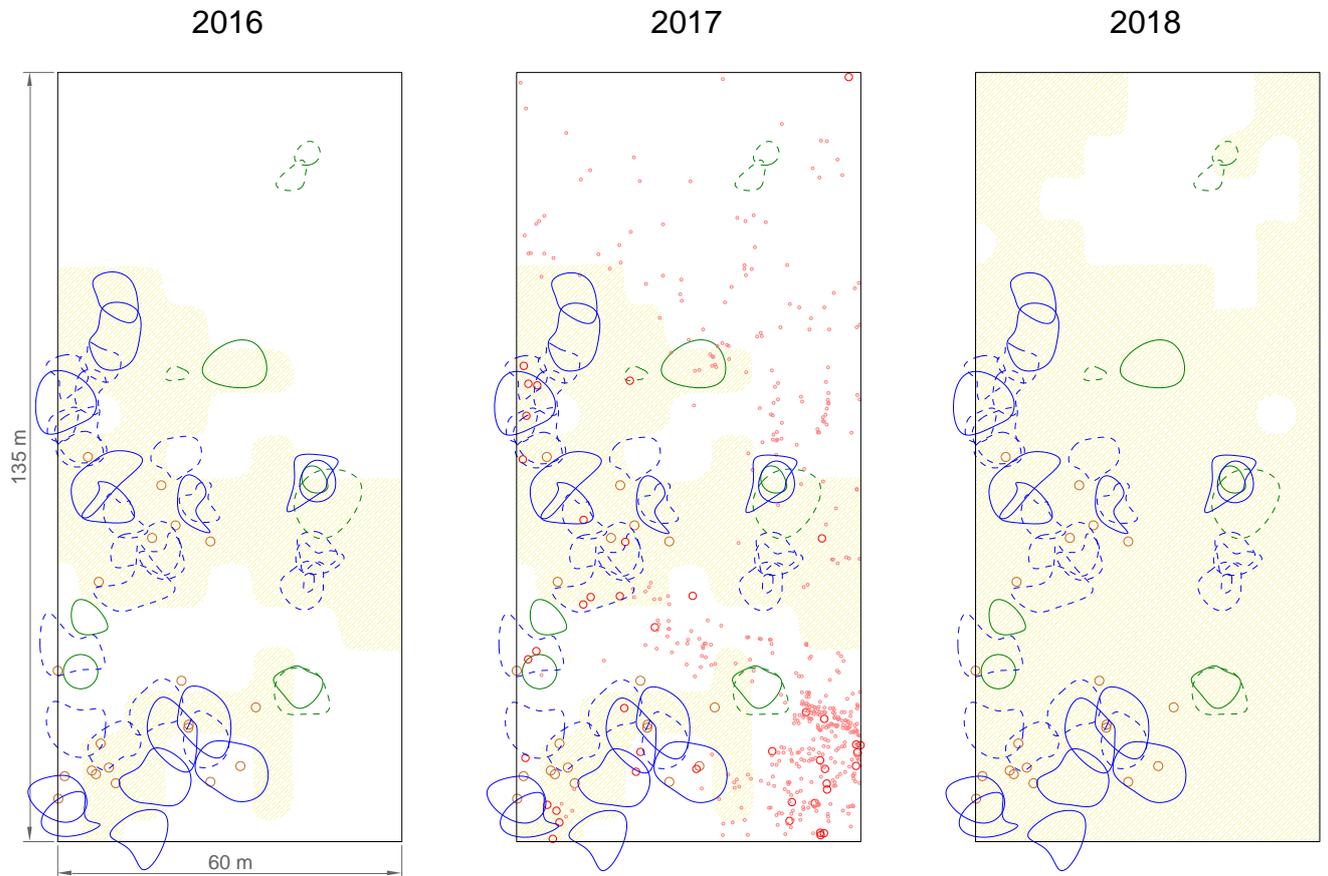
Em 2016, a relação foi de dissociação e a chance de encontrar as quatro fases da população de *P. rigida* abaixo das copas de *P. myrtifolia* (Figura 37) foi extremamente baixa (0,00003). No ano de 2017 na área B o resultado da interação foi CIE e a chance de encontrar os as quatro fases juntas 0,0032 (Figura 38). As características para esta área foram APCmédia = 48,23 m² com Hmédia = 15,80 m; e para as produtoras de sementes da espécie *P. rigida* a Hmédia = 14,50 m.

Figura 37 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *P. myrtifolia* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).



Fonte: A autora.

Figura 38 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população de *P. myrtifolia* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).

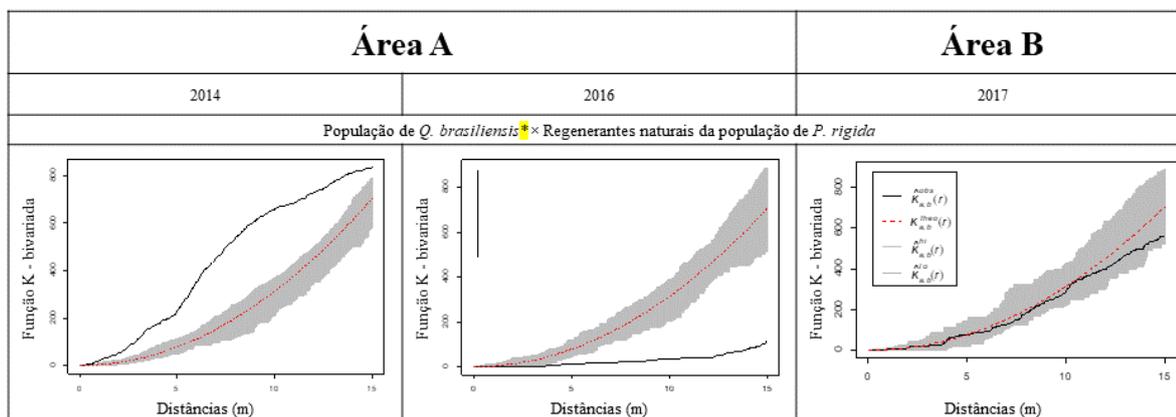


Fonte: A autora.

Neste contexto, os resultados encontrados foram considerados inconclusivos para inferir se a espécie foi capaz de alterar a distribuição espacial dos regenerantes de *P. rigida*. Já a população de *Quillaja brasiliensis* (Quadro 17) na área A teve interação de dissociação espacial e a chance de encontrar os três eventos juntos (Figura 39) foi nula.

As características morfométricas da população foram: $APC_{média} = 45,16 \text{ m}^2$ e $H_{média} = 13,16 \text{ m}$; e para a população de *P. rigida* a $H_{média} = 15,81 \text{ m}$. Na área B, o resultado para a interação foi de associação, com $APC_{média} = 57,82 \text{ m}^2$ e $H_{média} = 17,25 \text{ m}$; e para a espécie *P. rigida*, próxima a *Q. brasiliensis*, a $H_{média}$ foi de $21,36 \text{ m}$.

Quadro 17 - Processo pontual marcado: *Quillaja brasiliensis* × Regenerantes naturais (processo pontual) da população de *Parapiptadenia rigida*, localizados em fragmentos de Floresta Estacional Decidual, no Distrito: Val Feltrina (área A) e Vale Vêneto (área B), Rio Grande do Sul.



Fonte: A Autora.

Com as projeções ortogonais, ficou evidente o quão aleatória é a distribuição de *Q. brasiliensis* na área B (Figura 40), enquanto na área A foi possível encontrar indivíduos mais agrupados. A chance de encontrar os três eventos juntos, também, foi zero na área B, com o diferencial de que em distâncias menores que 11 m a probabilidade dos regenerantes foi de 0,25% e na área A foi de 11% para a janela de distância exposta no domínio dos processos (2014 e 2016).

Conforme Carvalho (1994) e Reitz et al. (1988) a espécie é indiferente aos fatores físicos do solo, produz bastante frutos e sementes férteis, sendo rara na Depressão Central. O inconveniente é que as folhas de *Q. brasiliensis* apresentam uma substância química chamada saponina, glicosídeos do metabolismo secundário vegetal. Esta substância de acordo com Pires e Oliveira (2011) tem efeito de inibir o crescimento de plântulas. Para Fleck (2007) a quantidade de saponina depende da estação do ano e da idade da árvore, e que folhas de plantas mais jovens tem uma grande concentração dessa substância do que das árvores adultas. Reitz et al. (1988) cita que frutos e a casca também apresentam saponina.

Figura 39 - Projeção ortogonal com vista superior da área A – Distrito Val Feltrina/RS: copas da população de *Q. brasiliensis* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).

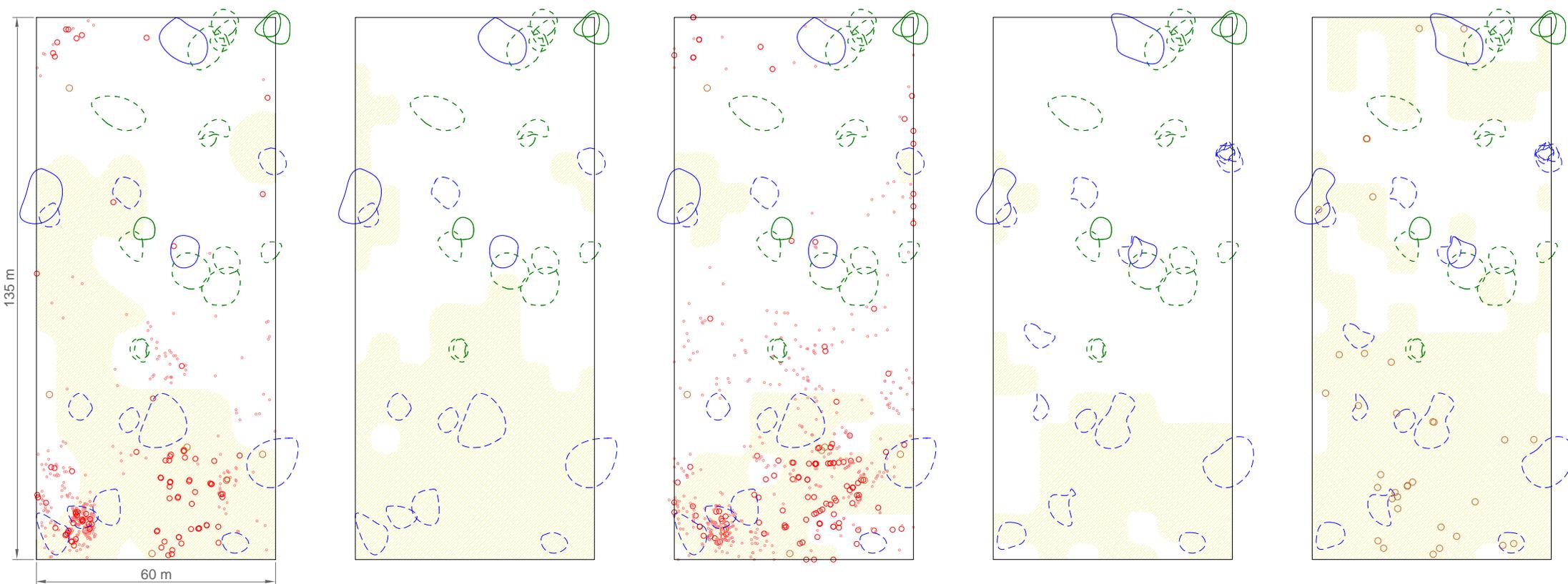
2014

2015

2016

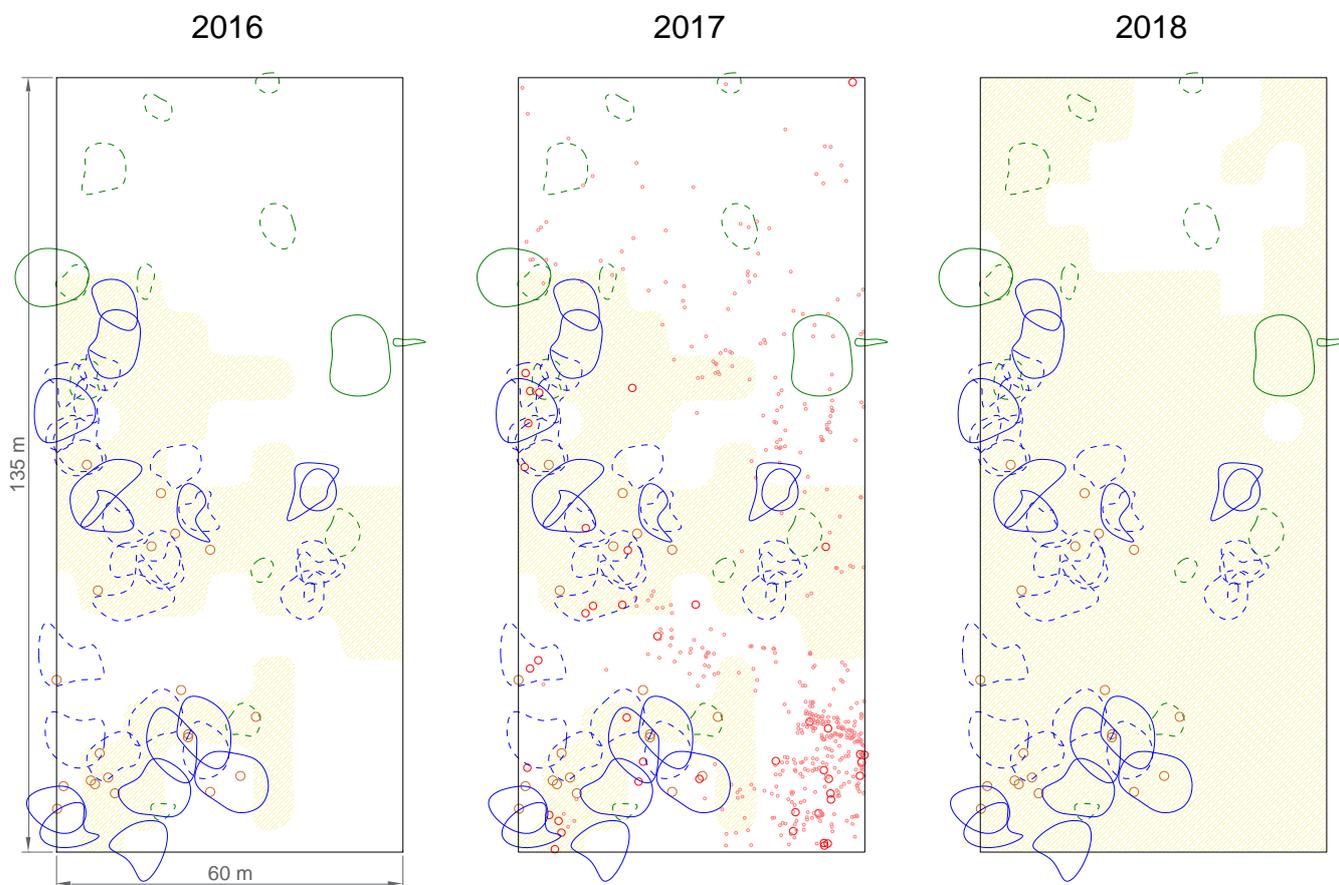
2017

2018



Fonte: A autora.

Figura 40 - Projeção ortogonal com vista superior da área B – Distrito Vale Vêneto/RS: copas da população *Q. brasiliensis* (polígono na cor verde – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente) e da população de *P. rigida*: produtoras de propágulos (polígono na cor azul – linha tracejada posição sociológica dominante e linha contínua posição sociológica emergente), núcleos de dispersão dos propágulos (mancha na cor amarela), regenerantes naturais (iniciais – círculo na cor rosa e consolidados – círculo na cor vermelha) e árvores adultas (círculo na cor marrom).



Fonte: A autora.

As taxas de germinação da espécie *Q. brasiliensis* são superiores a 80% (Carvalho, 1994; Boletim Chauá, 2018); e a sobrevivência e o incremento em plantios são superiores a 90% tanto em sub-bosque com presença de clareiras quanto sob dossel fechado (Boletim Chauá, 2018). Com estas ricas informações é plausível o resultado de dissociação para a área B. No entanto, o que esperar da espécie (*Q. brasiliensis*) após a abertura de clareiras? Será uma forte competidora após a abertura de clareiras podendo apresentar competições interespecíficas com os regenerantes da população de *P. rigida*.

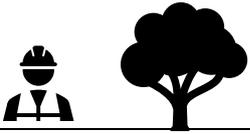
4.3 SIMULAÇÃO DE UM CENÁRIO QUE BENEFICIE A CONDUÇÃO DO POVOAMENTO DE ANGICO VERMELHO (*Parapiptadenia rigida* (BENTH.) BRENAN).

Os planos de manejo florestal contêm informações sobre as características da floresta, técnicas de exploração, regeneração natural e crescimento das espécies comerciais (Amaral et al. 1998). Essas informações incluem a identificação de tratamentos silviculturais para que, na condução da floresta, ocorra um direcionamento no desenvolvimento das espécies que requerem cuidados. Quando estas espécies estão inseridas no Bioma da Mata Atlântica os cuidados são maiores, por conta de legislação ser bem mais restritiva ao ser comparada aos demais Biomas.

Os resultados dos artigos 1 e 2 servem como apoio para a tomada de decisão quando o objetivo for direcionar a distribuição de angico para um arranjo espacial intencional. Para tanto, um roteiro para prognóstico foi elaborado e pode ser usado na geração de um cenário de produção (Quadro 18). Para um exercício com a finalidade de validar essa construção de forma prática, tomamos como exemplo a Área A – Distrito de Val Feltrina, Silveira Martins/RS – e para compor esse exercício, suponha que o proprietário rural queira manejar uma população de *P. rigida* para o mercado de serrarias e para construção civil. O técnico responsável deve identificar as seguintes informações, conforme o roteiro prognóstico visando o manejo de *P. rigida*, descritos no quadro 18.

As respostas para o cenário atual do roteiro são as que seguem: a área é acessível à exploração e o escoamento da produção conta com estradas e ramais já existentes. As possibilidades de uso do Angico são amplas na Região da Quarta Colônia, tais como: energético (lenha e carvão), alimentício (defumação de charcutaria), construção civil (assoalhos, paredes, vigas, tesouras) e construção rural (pontes, mata-burro, estroncas, trama e mourões), além dos produtos florestais não madeireiros como sementes e tanino.

Quadro 18 - Roteiro para prognose visando o manejo da espécie Angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan).

 Roteiro para prognóstico visando o estabelecimento e/ou controle de Angico-vermelho em florestas naturais													
Informações do cenário atual:	Informações para o cenário de produção:												
<p>1. Avaliar a situação da área:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Preservação permanente <input type="checkbox"/> Inacessível à exploração <input type="checkbox"/> Acessível à exploração <p>2. Verificar as vias de acesso florestal:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Novas estradas e ramais <input type="checkbox"/> Aproveitar estradas e ramais existentes <input type="checkbox"/> Outros: _____ <p>3. Analisar a potencialidade no mercado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Múltiplas possibilidades de utilização? <input type="checkbox"/> Tem valor alto no mercado? <p>4. Identificar a distribuição espacial a ser manejada:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Atual:</td> <td style="width: 20%; text-align: center;"></td> <td style="width: 30%;">Pretendida:</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Agregada</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Agregada</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Uniforme</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Uniforme</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Aleatória</td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Aleatória</td> </tr> </table> <p>5. Identificar a fase de dificuldade no estabelecimento:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Propágulos <input type="checkbox"/> Regenerantes <input type="checkbox"/> Árvores adultas <input type="checkbox"/> Produtoras de propágulos <p>6. Calcular:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Índices de diversidades <input type="checkbox"/> Índice de esbeltez <input type="checkbox"/> Índice de saliência <p>7. Elaborar um croqui com:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Identificação das estradas <input type="checkbox"/> Locais com ausência de propágulos e regenerantes <input type="checkbox"/> Locais com presença de árvores adultas <input type="checkbox"/> Locais com produtoras de propágulos 	Atual:		Pretendida:	<input type="checkbox"/> Agregada		<input type="checkbox"/> Agregada	<input type="checkbox"/> Uniforme		<input type="checkbox"/> Uniforme	<input type="checkbox"/> Aleatória		<input type="checkbox"/> Aleatória	<p>1. Definir a forma de condução do povoamento por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Regeneração natural <input type="checkbox"/> Regeneração artificial <input type="checkbox"/> Outras: _____ <p>2. Em casos de dificuldade com a dispersão de propágulos, observar a presença das seguintes espécies próximo a produtora de propágulos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Canela-preta (<i>Nectandra megapotamica</i>) <input type="checkbox"/> Cedro (<i>Cedrela fissilis</i>) <input type="checkbox"/> Capororocão (<i>Myrsine umbellata</i>) <p>3. Em casos de dificuldade com o estabelecimento de regenerantes, observar a presença das seguintes espécies próximo a produtora de propágulos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Canela-preta (<i>Nectandra megapotamica</i>) <input type="checkbox"/> Canjerana (<i>Cabraela canjerana</i>) <input type="checkbox"/> Cedro (<i>Cedrela fissilis</i>) <input type="checkbox"/> Capororocão (<i>Myrsine umbellata</i>) <input type="checkbox"/> Camboatá-vermelho (<i>Cupania vernalis</i>) <input type="checkbox"/> Sabão-de-soldado (<i>Quillaja brasiliensis</i>)  <p>4. Em caso de remoção (corte seletivo) de alguns dos indivíduos das espécies supracitadas, deve ser evitado a abertura de clareiras próxima às espécies:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Grápia (<i>Apuleia leiocarpa</i>) <input type="checkbox"/> Folha-de-bolo (<i>Alchornea triplinervia</i>) <input type="checkbox"/> Timbaúva (<i>Enterolobium contortisiliquum</i>) <input type="checkbox"/> Sabão-de-soldado (<i>Quillaja brasiliensis</i>) <input type="checkbox"/> Chal-chal (<i>Allophylus edulis</i>) <p>5. Definir as intervenções silviculturais:</p>  <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Desrama <input type="checkbox"/> Desbaste <input type="checkbox"/> Outros: _____
Atual:		Pretendida:											
<input type="checkbox"/> Agregada		<input type="checkbox"/> Agregada											
<input type="checkbox"/> Uniforme		<input type="checkbox"/> Uniforme											
<input type="checkbox"/> Aleatória		<input type="checkbox"/> Aleatória											

Para a produção madeireira, alguns valores foram encontrados para as seguintes peças: mourão – R\$ 30,00; estronca – R\$ 80,00; trama R\$ – 5,00; tábuas – R\$1.000,00 a R\$ 2.000,00 a dúzia; e para madeira serrada os valores podem superar R\$3.000,00/m³. A condução do povoamento será por regeneração natural. A distribuição espacial da espécie a ser manejada é agregada, assim como a interação entre as produtoras de propágulos e sua regeneração natural (Severiano, 2015). A distribuição espacial que se pretende conduzir é classificada como uniforme e também pode ser nomeada como regular.

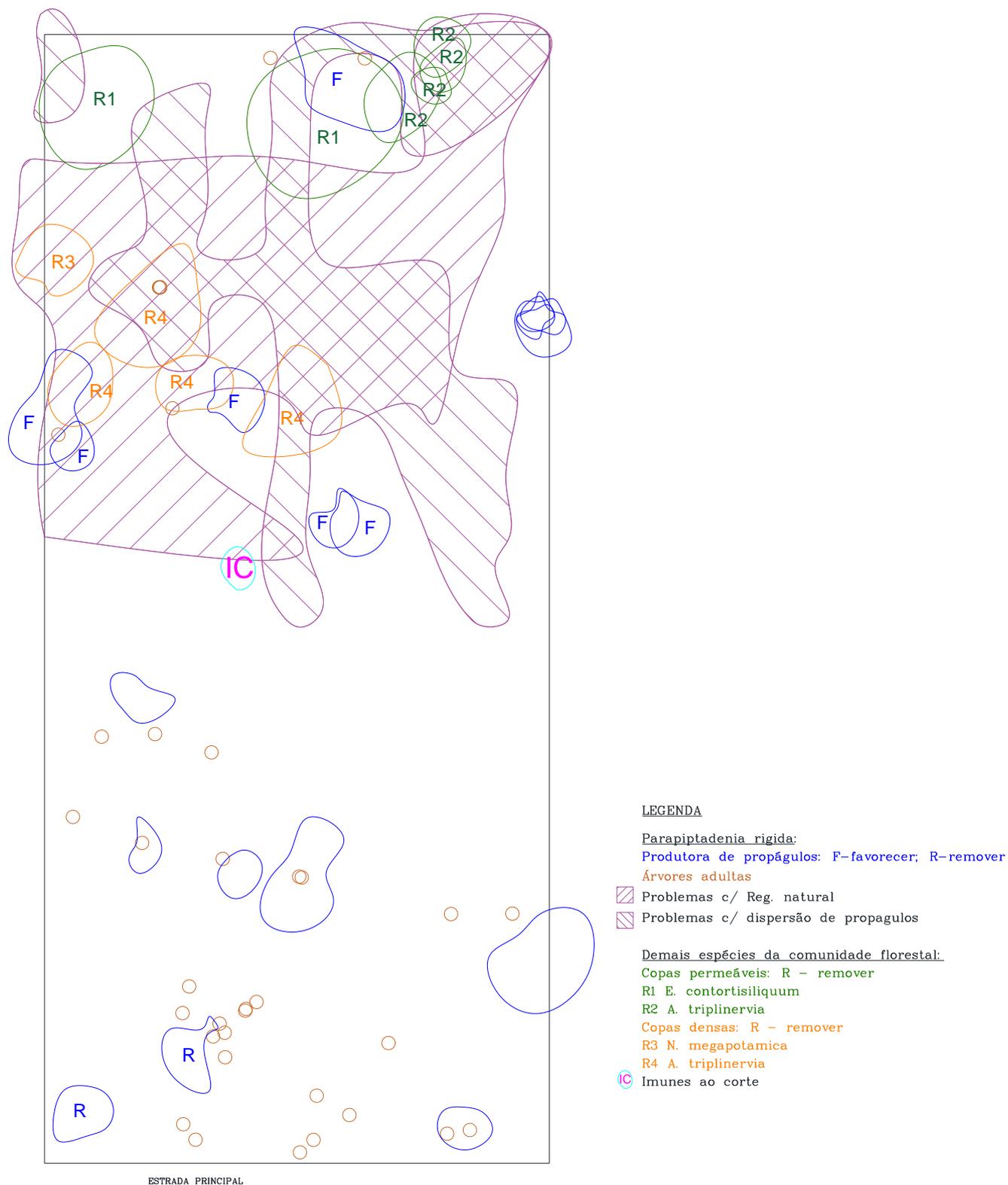
A população totalizou 689 indivíduos divididos entre regenerantes iniciais (86,4 %) e consolidados (8,0 %); árvores adultas (6,6 %) e portadores de sementes (2,0 %). Nessa área há dificuldades no estabelecimento que envolve principalmente os ciclos iniciais. Esta dificuldade começa com algumas produtoras de propágulos que não conseguem distribuir suas sementes sequer abaixo da própria copa. Na área com 8.100,00 m², os locais com ausência de propágulos no solo totalizaram 1.992,60 m² e com ausência de regenerantes totalizou 1.575,00 m².

O índice de diversidade foi calculado pela função de Shannon-Wiener (KREBS, 2014). Esta função pode ser usada para mensurar a diversidade do cenário atual e para simular a diversidade de cenários futuros (Severiano, 2018). Isso significa que ao mensurar a diversidade alfa no ambiente, o resultado gera um valor do cenário atual. Já a simulação gerará um valor para o cenário de produção, que analisa a retirada ou entrada de indivíduos, cujo valor representa a estrutura florestal futura. A população de *P. rigida* conjuntamente com a comunidade florestal, apresenta no cenário atual uma diversidade alfa (α) de 3,01.

Além da diversidade alfa, há outras funções matemáticas usados em Engenharia Florestal e amplamente conhecidas como grau de esbeltez ($H_{total} \div DAP$) e índice de saliência (diâmetro de copa \div DAP), de acordo com Durlo e Denardi (1998). Esses resultados são essenciais para auxiliarem no modelo de prognose para o cenário futuro.

A espécie de interesse *P. rigida* apresentou grau de esbeltez de 30,95 (mínimo), 55,76 (mediana), 64,23 (média) e 123,81 (máximo). O grau de esbeltez é diretamente proporcional a instabilidade da árvore, indicando a necessidade da remoção do indivíduo (intervenção silvicultural) ou no mínimo evitar desbastes próximos. As duas árvores (produtoras de propágulos) com as maiores instabilidade (123,81 e 118,87) foram identificadas com um “R” (Figura 41), e esse resultado significa que devem ser cortadas.

Figura 41 - Mapa com informações para prognose visando o manejo do Angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan).



Fonte: A autora.

O índice de saliência usado para indicar desbaste (corte) a fim de liberar espaço ao redor das árvores de *P. rigida* foi especificado na figura 41. Os indivíduos (*P. rigida*) identificados com um “F” serão favorecidos e o desbaste, das demais espécies, será direcionado com a finalidade de melhorar o espaço ideal desses indivíduos. A espécie de interesse *P. rigida* apresentou os valores de índice de saliência com 9,48 (mínimo), 23,65 (mediana), 31,37 (média) e 72,03 (máximo).

Buscando a condução do povoamento para atingir no mínimo 45 cm de DAP, esse índice identifica quanto de espaço vai ser necessário para que os indivíduos tenham um ambiente mais favorável ao seu desenvolvimento. Logo, para a produção de *P. rigida* com 45 cm de DAP, o diâmetro de copa pode chegar a 14,11 m ($45 \text{ cm} \times 31,37$). Neste contexto, para os locais com dificuldades (propágulos e regenerantes) indica-se que sejam removidos indivíduos das demais espécies com somatório de áreas de projeções de copa com, no mínimo, 1200 m², a fim de favorecer seis indivíduos de *P. rigida*.

As demais espécies da comunidade florestal que estavam nos locais demarcados com dificuldade de dispersão dos propágulos e regenerantes naturais, assim como próximas às produtoras de propágulos e árvores adultas e que lhes causaram dissociação espacial foram: *N. megapotamica* (4 indivíduos) e *Q. brasiliensis* (4 indivíduos).

Nesses locais também há presença de futuras potenciais competidoras das seguintes espécies: *A. leiocarpa* (1 indivíduo), *E. contortisiliquum* (2 indivíduos), *A. triplinervia* (1 indivíduo) e *Q. brasiliensis* (quatro indivíduos). A todas as espécies supracitadas estão na figura 42, assim como as demais espécies indicadas para o corte, e identificadas como copas densas (“R” - cor laranja) e copas permeáveis (“R” - cor verde), exceto a espécie *A. leiocarpa* que não será cortada e está identificada como imune ao corte. Os valores de áreas de projeção de copa que são indicados para o corte são: copas densas – 398,49 m² e copas permeáveis – 558,17 m².

Após a identificação de 11 indivíduos que deverão ser removidos, mais os dois indivíduos de *P. rigida* (área de projeção de copa – 463,29 m²), todos foram retirados do cálculo do índice de diversidade ao qual totalizou 2,97. É importante lembrar que o valor do índice de diversidade o cenário sem intervenção foi de exatamente 3,01. Isso significa que não haverá alteração drástica e que a diversidade alfa do local será mantida.

Após o exercício prático acredita-se que as informações significam uma contribuição para o manejo florestal visando a tomada de decisão a partir do roteiro de prognose do cenário de produção. Essas informações incluíram desde a identificação dos marcadores da dependência espacial de propágulos, até as interações do ciclo de desenvolvimento do povoamento de *P. rigida* (presença de sementes, regenerantes, árvores adultas e produtoras de propágulos) com a comunidade florestal inequiânea no qual o povoamento está inserido.

5 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A PROGNOSE PARA A CONDUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA POPULAÇÃO (*P. rigida* (BENTH.) BRENAN).

A dinâmica da estrutura espaço-temporal para a dispersão de propágulos foi definida com forte dependência espacial, sendo que os modelos exponencial e esférico apresentaram os melhores ajustes. As variáveis identificadas como marcadores da restrição causando dependência espacial foram: copa densa perenifólia (vizinha a fonte de propágulos *P. rigida*) e posição sociológica. As copas densas perenifólias das demais espécies na comunidade localizadas abaixo da copa das fontes restringem a eficiência no momento pós-dispersão, causando ausência de sementes sobre o solo.

A interação espacial altera-se conforme a posição sociológica das demais espécies na vizinhança das árvores produtoras de sementes de *Parapiptadenia rigida*. A oscilação na produção propágulos (*P. rigida*) em anos com baixa produtividade modifica os padrões de interação. Avaliar o evento sem acompanhar a dinâmica pode gerar resultados incompletos para inferência de dissociação espacial.

As limitações ou barreiras causadas pelas interações são divididas na: chegada de propágulos até o solo (P1); e a segunda diz respeito a restrições de luminosidade oferecida aos regenerantes (P2). As principais dissociações espaciais das espécies com copas densas são com indivíduos de: *Cedrela fissilis* (P1 e P2), *Nectandra megapotamica* (P1 e P2), *Cupania vernalis* (P2) e *Cabraela canjerana* (P2). As espécies com copa permeável *Quillaja brasiliensis* e *Myrsine umbellata* também apresentam dissociação espacial no P2.

Recomenda-se que a abertura de clareiras deve ser evitada em locais próximos as seguintes espécies: *Alchornea triplinervia*, *Allophylus edulis*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Apuleia leiocarpa* e *Q. brasiliensis*; caracterizadas como potenciais competidoras da população de *P. rigida*. Deste modo, ressaltamos as vantagens que o produtor rural ganha ao aplicar planos de manejo em áreas com vegetação nativa:

- ✓ Cumprimento aos princípios de ubiquidade, desenvolvimento sustentável, respeito a função social da propriedade rural; respeitando a legislação vigente;
- ✓ Manutenção da diversidade alfa;
- ✓ Renda extra pela conservação da floresta em pé.

Logo, é possível que os produtores rurais comecem a olhar suas áreas com vegetação nativas com um olhar mais otimista e passem a usar tratamentos e métodos silviculturais a favor de sua propriedade, administrando-as de forma consciente. Lembrando que ao conservar a floresta em pé não significa ignorar os recursos que ela tem a oferecer, mas utilizá-los de maneira racional.

REFERÊNCIAS

1. Agrelli, V. M. Capítulo XIV: disposições complementares e finais (Art. 81). In: Milaré, É., MACHADO, P. A. L. Novo Código Florestal: Comentários à Lei 12.651, e 25 de Maio de 2012 e à Medida Provisória 571, de 25 de Maio de 2012. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2013. p. 523-532.
2. Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G., 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorol. Z. 22 (6) 711-728, <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.
3. Amaral, L. P., et. al. Geoestatística aplicada à caracterização de florestas. In.: FARIA, A. B. C., BRUN, E. J., FERRARI, F. (org.). Ciências Florestais e Biológicas (CIFLORBIO). Curitiba: Editora. UTFPR, 2015. 159-192p.
4. Andriotti, J. L. S. Fundamentos de Estatística e Geoestatística. São Leopoldo: Unisinos, 2003.
5. Anjos, A.; Mazza, M. C. M.; Santos, A. C. M. C.; Delfini, L. T. Análise do padrão de distribuição espacial da Araucária (*Araucária Angustifolia*) em algumas áreas do Paraná, utilizando a função K de Ripley. Scientia Forestalis, Piracicaba, n. 66, p. 36-45, 2004.
6. Antunes, P. B. Manual de Direito Ambiental: Discussão de Casos [...]. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2011.
7. Autodesk Education Community. 2020. Software de projetos profissionais para CAD 2D e 3D. <https://www.autodesk.com.br/education/free-educational-software> (Acessado: 10 de julho de 2019).
8. Baddeley, A; Turner, R. 2005. Spatstat: An R Package for Analyzing Spatial Point Patterns. Journal of Statistical Software. 12(6)1-42, <http://www.jstatsoft.org/> (Acessado: 15 de março de 2014).

9. Batista, A. P. B. Species richness and diversity in shrub savanna using ordinary kriging. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.51, n.8, p.958-966. 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2016000800958&script=sci_arttext
10. Begon, M., Townsend, C R., Harper, J. L. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing Ltd.
11. Boletim Chauá. 2018. Manual de cultivo: *Quillaja brasiliensis* (A.St.-Hil. & Tul.) Mart. Chauá, https://www.researchgate.net/publication/328860935_Boletim_Chaua_001_Manual_de_cultivo_-_Quillaja_brasiliensis_ASt-Hil_Tul_Mart (Acessado: 05 de agosto de 2019).
12. Boletim Informativo nº 08: Floresta Colonial [da] BOKU e UFSM. Rio Grande do Sul: UFSM. 2001
13. Boletim Informativo nº 09: Floresta Colonial [da] BOKU e UFSM. Rio Grande do Sul: UFSM. 2001
14. Brandelero, C., Ferreira, M . U., Giotto, E. Silvicultura de precisão: nova tecnologia para o desenvolvimento florestal. *Ambiência*, Guarapuava, v. 3, n. 2, p. 269–281, 2007.
15. Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> Acesso em: 19 de Janeiro de 2014.
16. _____.Lei 12.651 de 25 de Maio de 2012. Estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, a exploração florestal, o suprimento de matéria prima [...] Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-4014/2012/lei/112651.htm> Acesso em: 19 de Janeiro de 2017.
17. _____. Decreto 6.600 de 21 de Novembro de 2008. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm> Acesso em: 19 de Janeiro de 2017.

18. _____. Lei 11.428 de 22 de Dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm> Acesso em: 19 de Janeiro de 2017.
19. Brown, G. Z.; Dekay, M. 2004. Sol, vento e luz: estratégias para o projeto de arquitetura. Bookman.
20. Buriol, G. A., Estefanel, V., Swarowsky, A., D'Avila, R. F., Heldwein, A. B. 2006. Homogeneidade e Estatísticas Descritivas dos Totais Mensais e Anuais de Chuva de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Recursos Hídricos 11(4)89-97.
21. Campos-Filho, E. M.; Sartorelli, P. A. R. 2015. Guia de árvores com valor econômico. Agroicone, http://www.inputbrasil.org/wp-content/uploads/2015/11/Guia_de_arvores_com_valor_economico_Agroicone.pdf, (Acessado: 05 de agosto de 2016).
22. Capretz, R. L.; Batista, J. L. F.; Sotomayor, J. F. M.; Cunha, C. R. Nicoletti, M. F.; Rodrigues, R. R. 2012. Padrão espacial de quatro formações Florestais do Estado de São Paulo, através da Função K de Ripley. Ciência Florestal, 22(3)551-565.
23. Caumo, R. B. Estatística espacial em dados de área: uma modelagem inteiramente bayesiana para o mapeamento de doenças aplicada à dados relacionados com a natalidade em mulheres jovens de Porto Alegre. Monografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Matemática – Departamento de Estatística. 2006. 79 p.
24. Ceddia, M. B., et al. Topography and spatial variability of soil physical properties. Sci. Agric. Piracicaba. v.66, n.3, p.338-352, 2009
25. Chazdon, R. L. 2013. Tropical Forest Regeneration. Encyclopedia of Biodiversity. Edition.Elsevier.

26. Chazdon, R. L. 2016. Renascimento de florestas: regeneração na era do desmatamento. Oficina de texto, <http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/Renascimento-de-florestas-DEG.pdf> (Acessado: 26 de Junho de 2019).
27. Christianini, A. V., Martins, M. M. 2015. Ecologia e produção de sementes, in Piña-Rodrigues, F. C. M., Silva, A, Sementes Florestais Tropicais: da ecologia à produção. Abrates, BR.
28. Clark, J. S; Silman, M. Kern, R; Macklin, E; Hillerislambers, J. Seed Dispersal near and far: patterns across Temperate And Tropical Forests. Ecology. v.80, n.5, pp. 1475-1494. 1999.
29. Coppin, N. J., Richards, I. G. 2007. Use of vegetation in civil engineering. UK: Ciria.
30. Cressie, N. 1985. Fitting variogram models by weighted least squares. Mathematical geology, 17(5)563-586. http://www.stat.ucla.edu/~nchristo/statistics_c173_c273/cressie_85a.pdf
31. Cressie, N., Hawkins, D. M. 1980. Robust estimation of the variogram: I¹. Mathematical geology, 12(2)115-125, <https://www.ime.usp.br/~abe/lista/pdfOZDqFaTuKv.pdf> (Acessado: 26 de junho de 2019).
32. Dalmaso, C. A. et al. Padrões espaciais na regeneração de *Ocotea odorifera* na floresta nacional de Irati, PR. Floresta, Curitiba, PR, v. 43, n. 2, p. 301 - 312, 2013. Disponível em: <http://www.sifloresta.ufv.br/handle/123456789/14865>
33. Dalmolin, R. S. D., Klamt, E., Cabral, D. R., Pedron, F. A. 2008. Solos do município de Silveira Martins: características, classificação, distribuição geográfica e aptidão agrícola. Santa Maria: Orium.
34. Diggle, P. J. (Third edition) Statical Analysis of Spatial and Spatial Temporal Point Patterns. 2014.

35. Diggle, P.J., Ribeiro Jr, P.J. & Christensen, O.F. (2003) An introduction to model based geostatistics. In Möller, J. (ed) Spatial statistics and computational methods. Lecture notes in statistics, vol. 173, p. 43-86, Springer.
36. Druck, S. et al. (eds). Análise Espacial de Dados Geográficos. Brasília: EMBRAPA, 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>
37. Durlo, M. A.; Denardi, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.8, n.1, p. 55-66, 1998.
38. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2006. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro.
39. Ferreira, M. C. Iniciação á análise geoespacial: teoria, técnicas e exemplos para geoprocessamento. São Paulo: Unesp, 2014
40. Fleck, J. D. 2007. Constituição química, avaliação da atividade imunoadjuvante e estudos de propagação de *Quillaja brasiliensis*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - PPGCF
<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10877/000602508.pdf?sequence=1>
(Acessado: 05 de agosto de 2016).
41. Fragoso, R. O., Carpanezzi, A. A., Koehler, H. S., Zuffellato-Ribas, K. C. 2017. Barreiras ao estabelecimento da regeneração natural em áreas de pastagens abandonadas. *Ciênc. Florest.* 27(4) 1451-1464, <http://dx.doi.org/10.5902/1980509830331>.
42. Guedes, L. P. C. Anisotropia no estudo da variabilidade espacial de algumas variáveis químicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32. p. 2217-2226. 2006.
43. Heldwein, A. B.; Buriol, G. A., Streck, N. A. O clima de Santa Maria. *Ciência & Ambiente*, v. 38, p.43-58, 2009.
44. Higuchi, P., et al. Spatial patterns of a tropical tree species growing under na eucaliptos plantation in South-East Brazil. *Braz. J. Biol.* v.70, n.2, p.272-277, 2010.

45. Higuchi, P., Silva, A. C., Van Den Berg, E., Pifano, D. S., Associações Espaciais Entre Indivíduos De Diferentes Espécies De *Miconia* Spp. Ruiz & Pav. (Melastomataceae). *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.381-389, 2011
46. Hill, A. B. 1965. The Environment and disease: association or causation? *Proceeding of the Royal Society of Medicine*, 58(5)295-300, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1898525/> (Acessado: 09 de março de 2019).
47. Imaña-Encinas, J.; Rezende, A. V.; Imaña, C. R.; Santana, O. A. 2009. Contribuição dendrométrica nos levantamentos fitossociológicos. UNB. http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9741/1/LIVRO_Contribui%20a%20Dendrom%20LevantamentosFitossociol%20gicos.pdf (Acessado: 10 de julho de 2019).
48. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Ibge. Classificação da vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: 2012. 122 p.
49. Ivanauskas, N. M., Assis, M. C. 2012. Formações Florestais Brasileiras. In: Martins, S. V. *Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil*. Editora UFV, p. 107–140.
50. Janzen, D. H. 1971. Seed preadition by animals. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2(1) 465–492, <https://doi.org/10.1146/annurev.es.02.110171.002341>.
51. Jordano, P; M. Galetti; M. A: Pizo; W .R. Silva. 2006. In: *Biologia da conservação: essências - Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação*. Ed. Rima, 41(1)
52. Journel, A.G. & Huijbregts, C.J. *Mining Geostatistics*. Caldwell, Blackburn Press, 2003. 600 p.
53. Journel, A.G., Huijbregts, C.J. 2003. *Mining geostatistics*. Caldwell, Blackburn Press.

54. Klein, W. L., et al. Altura do Ipê-roxo (*Tabebuia avellanedae*) nos manejos convencionais e de precisão, analisada pela Geoestatística. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 299-308, 2007.
55. Krebs, C.J. *Ecological Methodology*. Second Edition, 2014. Disponível em: http://www.zoology.ubc.ca/~krebs/downloads/krebs_chapter_13_2014.pdf
- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA e DISCUSSÃO GERAL
56. Lacerda, A. E. B. et al. Sustainable Forest Management in Rural Southern Brazil: Exploring Participatory Forest Management Planning. In: GARCIA, J. M., DIEZ, J. J. Sustainable Forest Management – Case Studies. 2012. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.458.8835&rep=rep1&type=pdf>
57. Lorenzi, H. 1949. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Editora Plantarum.
58. Lorenzi, P. E. R. 2003. *Espécies Arbóreas Brasileiras*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental. EMBRAPA Floresta.
59. Machado, L. O., et al. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em áreas sob sistema plantio convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31. p. 591-599. 2007
60. Magalhães, V. G., Freitas, G. P. Capítulo VII: da exploração florestal. In: Milaré, É., MACHADO, P. A. L. *Novo Código Florestal: Comentários à Lei 12.651, e 25 de Maio de 2012 e à Medida Provisória 571, de 25 de Maio de 2012*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2013. p. 317-324.
61. Marchiori, J. N. C. 2009. A vegetação em Santa Maria. *Ciência & Ambiente*, 38(094-112).
62. Martinelli, G; Moraes, M. A. 2013. *Livro vermelho da flora do Brasil*. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
63. Martins, S. V. 2009. *Ecologia de florestas tropicais do Brasil*. Editora (1ª Ed.) UFV.

64. Martins, S. V. 2012. *Ecologia de florestas tropicais do Brasil*. Editora (2ª Ed.) UFV.
65. Mello, J. M., Batista, J. L. F., Ribeiro Júnior, P. J., Oliveira, M. S. 2005. Ajuste e seleção de modelos espaciais de semivariograma visando à estimativa volumétrica de *Eucalyptus grandis*. *Scientia Forestalis*, Piracicaba 69 () 25 – 37.
66. Meyer, E. A. Produção de madeira em regime de talhadia na Floresta Estacional Decidual. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil. 2015.
67. Mora, A. L., Pinto Júnior, J. E., Fonseca, S. M., Kageyama, P. Y. 1981. Aspectos da produção de sementes de espécies florestais. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Série Técnica 2(6)1-60, <https://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr06/cap01.pdf> (Acessado: 14 de julho de 2019).
68. Nathan, R., Horn, H. S., Chave, J., Levin, S. A. 2002. Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation, in Levey, D. J., Silva, W. R., Galetti, M. (publishers) *Mechanistic models for tree seed dispersal by wind in dense forests and open landscapes*. Cabi international, BR.
69. Nathan, R.; Muller-Landau, H. C. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 15, p. 278 – 285. 2000.
70. Negrini, M., Aguiar, M. D., Vieira, C. T., Silva, A. C., Higuchi, P. 2012. Dispersão, distribuição espacial e estratificação vertical da comunidade arbórea em um fragmento florestal no planalto catarinense. *Revista Árvore*, 36(5)919-929, <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622012000500014>.
71. Pelissari, A. L., Figueiredo Filho, A., Péllico Netto, S., Ebling, A. A., Roveda, M., Sanquetta, C. R. 2017. Geostatistical modeling applied to spatiotemporal dynamics of successional tree species groups in a natural Mixed Tropical Forest. *Ecological Indicators* 78()1–7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.02.044>.

72. Pereira, A. A., Péllico-Neto, S., Carvalho, L. M. T. 2006. Análise da distribuição espacial de Jequitibá Rosa em uma Floresta Estacional Submontana. Rev. Acadêmica 4(2)21-34, <http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/academica?dd1=1006&dd99=view&dd98=pb> (Acessado: 08 de Julho de 2019).
73. Pereira, A. A.; Barros, D. A.; Acerbi Junior, F. W.; Pereira, J. A. A.; Reis, A. A. Análise da distribuição espacial de áreas queimadas através da função K de Ripley. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 41, n. 100, p. 445-455, 2013.
74. Pereira, L. D. Subsídios para o manejo de *Cedrella fissilis* (Vell.) em floresta estacional secundária. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil. 2015.
75. Pires, N. M., Oliveira, V. R. 2011. Alelopatia. In: Biologia e Manejo de plantas daninhas. Omnipax, <http://omnipax.com.br/livros/2011/BMPD/BMPD-cap5.pdf> (Acessado: 05 de agosto de 2019)
76. Pires-O'Brien, M. J., O'Brien, C. M. 1995. Ecologia e Modelamento de Florestas Tropicais.
77. Queiroz, J. A. L. 2008. Estrutura e Dinâmica em uma Floresta de Várzea do Rio Amazonas no Estado do Amapá. Tese de Doutorado: PPGEF-UFPR. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/36170/1/Tese-Leite-2008.pdf> (Acessado: 26 de Junho de 2019).
78. R Core Team. 2019. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, <https://www.R-project.org/> (Acessado: 18 de Maio de 2019).
79. R Development Core Team. 2019. R: a language and environment for statistical computing. <http://www.R-project.org> (Acessado: 18 maio. 2019).
80. Reitz, R.; Klein, R. M.; Reis, A. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. Sellowia, Itajai, n. 34-35, p. 70, 1983.

81. Ribeiro Junior, P.J.; Diggle, P.J. 2001. GeoR: a package for geostatistical analysis. R-NEWS, 1(2), 15-384, 18, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.464.3971&rep=rep1&type=pdf> (Acessado 25 de Junho de 2019).
82. Rio Grande Do Sul. Decreto 42.099 de 31 de Dezembro de 2002. Declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/2002/dec_rs_42099_2002_especies_floranativa_ameacadasdeextincao_rs.pdf (Acesso em: 19 de janeiro de 2017).
83. Rochelle, A. L. C., Silva, I. A., Cielo-Filho, R., Martins, V. Forni, Martins, F. R. 2015. Análises espaciais como ferramentas para a fitossociologia In: Fitossociologia no Brasil: Métodos e estudos de caso. UFV.
84. Rode, R.; Figueiredo-Filho, A.; Machado, S. A.; Galvão, F. 2010. Análise do padrão espacial de espécies e de grupos florísticos estabelecidos em um povoamento de *Araucaria angustifolia* e em uma Floresta Ombrófila Mista No Centro-Sul do Paraná. *Floresta*, 40(2)255-268, <http://dx.doi.org/10.5380/ufv.v40i2.17821>.
85. Santana, J. A. S.; Vieira, F. A.; Pacheco, M. V.; Oliveira, P. R. S. 2011. Padrão de distribuição e estrutura diamétrica de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Catingueira) na Caatinga do Seridó. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 11(1)116-122, <http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=50021097012> (Acessado: 04 de agosto de 2018).
86. Santos, A. T. Comunicado técnico nº 295: Índices de competição em plantio de *Ocotea porosa*. Colombo: EMBRAPA, 2012.
87. Santos, E. L. E., Seidel, E. J., Pazini, J. B., Oliveira, M. S., Appel Neto, E., Barbosa, I. C. 2018. Some aspects about the spatial dependence index for variability of soil attributes. *Ciência Rural* 48(6)1-7, <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20170710>.

88. Sarlet, I. W., Fensterseifer, T. Direito Constitucional Ambiental: Constituição, Direitos fundamentais e Proteção do Ambiente. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2013. p. 523-532.
89. Schabenberger, O.; Gotway, C. A. Statistical Methods for Spatial Data Analysis. New York, Chapman Hall/CRC, 2005.
90. Schneider, P. R. Introdução ao Manejo Florestal. Santa Maria: UFSM. 1993. 348p
91. Schneider, P. R.; Finger, C. A. G. Manejo Sustentado de Florestas Inequiâneas Heterogêneas. Santa Maria/RS: 2000. 195p.
92. Scolforo, J. R. S. et al. Modelo de produção para floresta nativa como base para manejo sustentado. Cerne, Lavras, v. 2, n. 1. 1996.
93. Scolforo, J. R. S. Manejo florestal. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998.
94. Seidel, E. J., Novas contribuições para a avaliação e descrição da estrutura de dependência espacial em Geoestatística. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2013.
95. Seidel, E. J., Oliveira, M. S. 2016. A Classification for a Geostatistical Index of Spatial Dependence. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 40, <https://dx.doi.org/10.1590/18069657rbc20160007>.
96. Seidel, E. J., Oliveira, M. S. Novo índice geoestatístico para a mensuração da dependência espacial. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 38. p. 699-705. 2014.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832014000300002>.
97. Severiano, C. E. Índice de Shannon-Wiener é eficiente para estimar diversidade florística em projetos florestais sustentáveis? Especialização: Auditoria, Gestão e Licenciamento ambiental. Universidade Anhanguera-LFG. 2018.

98. Severiano, C. E. Potencial do manejo de *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan em sistema de alto fuste jardinado. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil, 2015. 90p.
99. Silva, A. C., Higuchi, P., Sobral, M. E., Negrini, M., Buzzi Júnior, F., Bento, M. A., Silva, A. L., Ferreira, T. S., Salami, B., Rosa, A. D. 2017. Organização da comunidade e estrutura filogenética do componente arbóreo de um fragmento de floresta nebulosa no Planalto Catarinense. *Ciência Florestal* 27(1)129-141, <http://www.bioline.org.br/pdf?cf17011> (Acessado: 09 de julho de 2019).
100. Silva, J. N. M. Manejo Florestal. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental. - 2.ed. – Brasília: Embrapa-SPI, 1996. 46p.
101. Silva, K. E; Martins, S. V.; Santos, N. T.; Ribeiro, C. A. A. A. 2012. In: Ecologia de florestas tropicais do Brasil - Padrões Espaciais de Espécies Arbóreas Tropicais. UFV <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/885268> (Acessado: 16 de setembro de 2017)
102. Silva, M. A., Mello, J. M. S., Scolforo, J. R., Czanck Júnior, L., Andrade, I. S., Oliveira, D. A. 2008. Análise da distribuição espacial da candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) sujeita ao sistema de manejo porta-sementes. *Cerne* 14(4)311-316, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74411119004> (Acessado: 08 de julho de 2019).
103. Solomon, M. E. Dinâmica de populações. São Paulo: EPU, 1980.
104. Veloso, H. P. et al. (Org.). 1992. Manual técnico da vegetação brasileira. Ibge-Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.
105. Willson, M. F. 2000. The ecology of seed dispersal, in M. Fenner (editor). *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. Cabi: Wallingford, UK.
106. Yamamoto, J.K., Landim, P.M.B. *Geoestatística: conceitos e aplicações*. 1ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013, 215p.

107. Zimback, L. B. 2017. Quais características influenciam a limitação de dispersão de sementes em uma comunidade arbórea tropical. Dissertação de Mestrado:PPGE-USP <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41134/tde-08032017-153207/es.php> (Acessado: 08 de julho de 2019)
108. Zimmermann, A. P. L. Dispersão Efetiva e Padrão Espacial da Regeneração Natural de *Cabralea Canjerana* (Vell.) Mart. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil, 2014. 78p.
109. Zimmermann, A. P. L. 2018. Subsídios para o manejo da regeneração natural de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. em floresta secundária, RS. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.
110. Zimmermann, A. P. L., Fleig, F. D., Marangon, G. P. Determinação da distância de dispersão efetiva de *Cabralea canjerana*. *Floresta e Ambiente*, v.22.n.2. 204-210 p. 2015. <https://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.090014>