

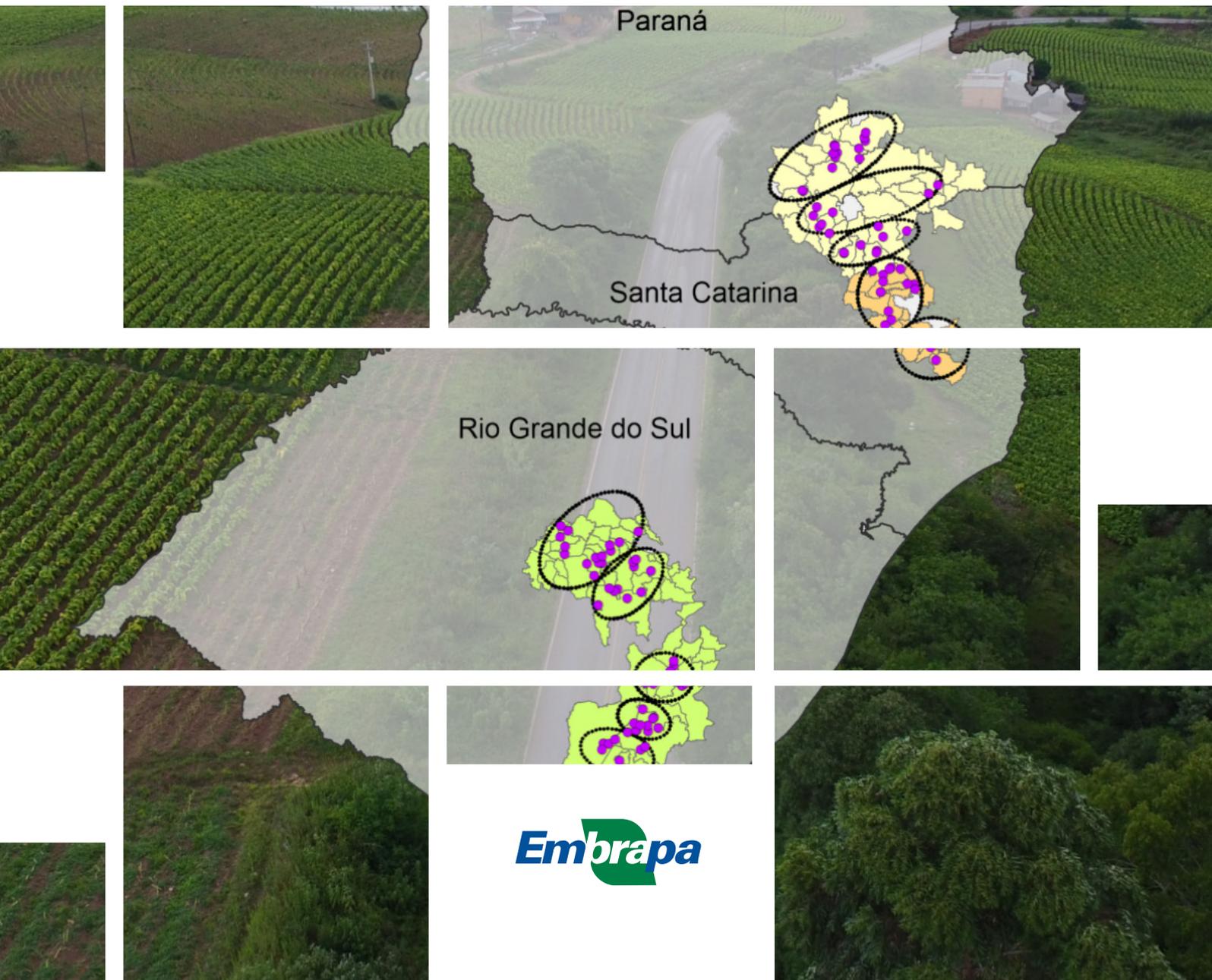
OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



Plano amostral para diagnóstico de sustentabilidade ambiental: estudo de caso em propriedades produtoras de tabaco do Sul do Brasil



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

DOCUMENTOS 532

Plano amostral para diagnóstico de sustentabilidade ambiental: estudo de caso em propriedades produtoras de tabaco do Sul do Brasil

*Adalberto Koiti Miura
Henrique Noguez da Cunha
Mariana Rockenbach de Ávila
Viviane Spiering
Ivan Dos Santos Pereira
Gustavo Crizel Gomes
Ricardo Alexandre Valgas
Clenio Nailto Pillon*

Embrapa Clima Temperado
BR-392, km 78, Caixa Postal 403
CEP 96010-971, Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações

Presidente

Luis Antônio Suita de Castro

Vice-presidente

Walkyria Bueno Scivittaro

Secretária-executiva

Bárbara Chevallier Cosenza

Membros

*Ana Luiza B. Viegas, Fernando Jackson, Marilaine
Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto

Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica

Marilaine Schaun Pelufê

Editoração eletrônica

Nathália Santos Fick (46.431.873/0001-50)

Foto de capa

Henrique Noguez da Cunha

1ª edição

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

P712 Plano amostral para diagnóstico de sustentabilidade
ambiental: um estudo de caso em propriedades
produtoras de tabaco do Sul do Brasil / Adalberto
Koiti Miura... [et al.]. – Pelotas: Embrapa Clima
Temperado, 2022.
28 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado, ISSN
1806-9193 ; 532).

1. Metodologia. 2. Propriedade rural. 3. Fumo.
4. Agricultura sustentável. I. Miura, Adalberto Koiti.
II. Série.

CDD 630

Autores

Adalberto Koiti Miura

Biólogo, doutor em Sensoriamento Remoto, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Henrique Noguez da Cunha

Geógrafo, doutorando em Geografia, pesquisador colaborador, convênio Fapeg/Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Mariana Rockenbach de Ávila

Tecnóloga em Agropecuária, doutora em Zootecnia, pesquisadora colaboradora, convênio Fapeg/Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Viviane Spiering

Geógrafa, mestre em Geografia, pesquisadora colaboradora, convênio Fapeg/Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Ivan dos Santos Pereira

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências, pesquisador colaborador, convênio Fapeg/Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Gustavo Crizel Gomes

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador colaborador, convênio Fapeg/Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Ricardo Alexandre Valgas

Estatístico, mestre em Ciências (Métodos Numéricos em Engenharia), pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Clenio Nailto Pillon

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Apresentação

A estatística tem sido ferramenta fundamental para estudos e análises em todas as áreas do conhecimento, assim como para o processo decisório. Porém, nem sempre é possível trabalhar com grandes quantidades de dados ou com grandes populações, sendo necessária a obtenção de amostras representativas para possibilitar inferências populacionais. A amostragem é um processo essencial para muitos estudos.

Esta publicação apresenta o método de amostragem, utilizado para o diagnóstico de propriedades familiares, produtoras de tabaco, estudadas pelo projeto Auera – “Desenvolvimento e avaliação de modelos de sustentabilidade de propriedades produtoras de tabaco no Sul do Brasil – executado pela Embrapa Clima Temperado.

Atende-se, por meio deste Documento, a meta 2.4, “até 2030 garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas”, do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2, “Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável”. Além disso, também contempla a meta 12.2, “até 2030, alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais”, do ODS 12, o qual visa “assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis”.

Roberto Pedroso de Oliveira
Chefe-Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

Introdução	9
Plano amostral: breve síntese	10
Metodologia	11
Resultados e discussão.....	12
Compilação sintetizada do perfil dos agricultores	13
Microrregiões produtoras de tabaco e distância das propriedades.....	14
Diversificação produtiva versus domínio da propriedade.....	15
Sistema de plantio.....	19
Plano amostral	19
Tipo de amostragem e alocação das unidades amostrais	20
Perfil da amostra em relação ao universo.....	25
Considerações finais	27
Referências	27

Introdução

Conforme dados do último Censo Agropecuário do IBGE (Figura 1), a produção de tabaco está presente em praticamente todas as unidades da federação brasileira. No entanto, a produção desse ativo no Sul do Brasil é de grande relevância econômica e social e está fortemente vinculada ao contexto da agricultura familiar. Segundo a Radiografia da Agropecuária Gaúcha 2020, somente no Rio Grande do Sul, são 126.870 hectares plantados, representando um valor bruto da produção de R\$ 2,99 bilhões em 2018 (IBGE, 2020).

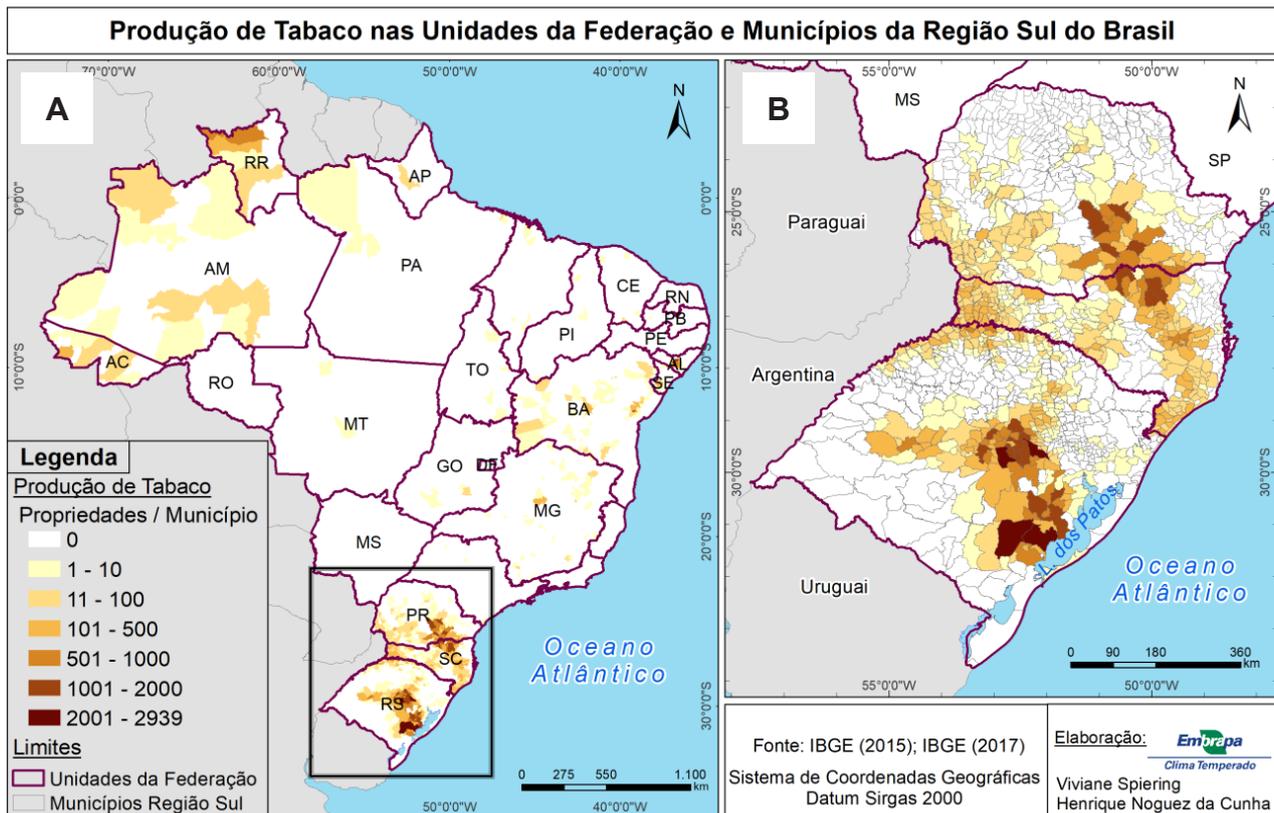


Figura 1. Propriedades produtoras de tabaco por município nas unidades da federação (A) e em detalhe (B) para a Região Sul do Brasil.

Sistemas de produção mais sustentáveis, lastreados em boas práticas agropecuárias (BPAs), especialmente em rotação de culturas, sistemas integrados de produção, mínimo revolvimento do solo, redução do uso de agroquímicos e em estratégias para o manejo integrado de pragas, têm sido desenvolvidos de modo a assegurar o bem-estar da sociedade, garantindo maior produtividade biológica, rentabilidade, qualidade e segurança ambiental. Entretanto, há oportunidades para ampliar a adoção de BPAs e estratégias para a conservação e uso sustentável dos recursos naturais e da biodiversidade, garantindo a oferta de serviços ambientais e ecossistêmicos associados à atividade, agregando valor social, econômico e ambiental a toda cadeia produtiva, com retorno de benefícios à sociedade.

Nesse contexto, a Embrapa Clima Temperado conduz o projeto “Desenvolvimento e avaliação de modelos de sustentabilidade de propriedades produtoras de tabaco no Sul do Brasil”, que visa estabelecer, a partir de diagnósticos e planos de monitoramento e intervenção junto a um conjunto de agricultores familiares dos estados do Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC) e Paraná (PR), um modelo conceitual de propriedade sustentável produtora de tabaco.

Como estratégia, o projeto prevê a elaboração de diagnósticos de sustentabilidade, o monitoramento de indicadores e índices em escala de paisagem ou agroecossistema, a adequação das propriedades aos marcos legais e normativos, bem como a adoção de planos de intervenção a partir da incorporação, desenvolvimento e validação de boas práticas agropecuárias, de modo a fortalecer o uso sustentável dos recursos naturais e da biodiversidade.

Posto que é inviável, sob ponto de vista de condicionantes econômicas, logísticas e temporais, realizar um censo das propriedades produtoras de tabaco, o levantamento de dados deve-se dar a partir do estudo de uma amostra representativa de propriedades apoiadas por dados secundários. Em senso comum, o tamanho ótimo para amostra representativa (suficiência amostral) está geralmente associado à concepção de proporcionalidade entre a quantidade de elementos amostrados, a qualidade da representatividade (Tillé, 2020) e fidedignidade dos parâmetros populacionais investigados (De Goes et al., 2019).

Nesse contexto, o objetivo deste artigo foi definir uma estratégia metodológica adequada à elaboração do plano amostral a ser aplicado para o diagnóstico da sustentabilidade ambiental das propriedades produtoras de tabaco no sul do Brasil, utilizando-se como base, resultados da análise exploratória sobre dados secundários de propriedades familiares presentes na região alvo.

Plano amostral: breve síntese

A amostragem é fundamental em estudos agropecuários, pois de maneira geral, não é possível acessar a totalidade de um determinado universo populacional. Isso ocorre devido a entraves, como logística, tempo, recursos humanos e financeiros, entre outros. Por isso, tomam-se informações sobre uma parte do todo, denominado amostra, com o intuito de perceber e concluir resultados plausíveis e importantes sobre a totalidade em estudo (Schilling; Batista, 2008).

Ao aumentar o número de unidades amostrais, maiores são as chances de se aproximar aos parâmetros, como a média populacional, por exemplo. A dificuldade é saber em que ponto a relação custo-benefício de aumentar o esforço amostral deixa de ser justificável, ou seja, onde a intensificação do trabalho de campo, laboratório, entre outros, deixa de resultar em aumento significativo da precisão das medidas tomadas.

Nesse contexto, a avaliação de suficiência amostral é uma ferramenta importante para o uso racional desses recursos, de forma que “represente” a comunidade total em estudo o mais fielmente possível (Pillar, 2004; Kersten; Galvão, 2011), sem comprometer a precisão requerida (De Goes et al., 2019).

O processo de amostragem em um projeto de pesquisa consiste em retirar elementos da população de interesse, de forma a compor uma amostra primária ou global, que represente da melhor maneira possível todas as características dessa população.

Logo, é fundamental estabelecer a metodologia utilizada para se obter a amostra, de maneira a garantir a representatividade dos resultados obtidos a partir dela, pois esses irão depender, em grande parte, da forma como os elementos amostrais foram selecionados.

A abordagem proposta contempla: i) uma compilação sintetizada do perfil dos agricultores, organizados territorialmente; ii) uma análise exploratória segmentada e integrada dos eixos (principais características) que se revelaram expressivos para a etapa do plano amostral; e iii) o plano amostral (ou delineamento amostral) definido para a próxima etapa do trabalho, intitulado “diagnóstico”, de forma a subsidiar o seu planejamento e execução. Na última etapa (iii), apresenta-se uma síntese de forma gráfica e objetiva acerca da abordagem que será utilizada para a definição da suficiência amostral e das propriedades a serem avaliadas nas próximas fases.

A definição da estratégia metodológica para a etapa de amostragem do diagnóstico será base para o trabalho a campo. Para atingir esse objetivo, três vertentes foram priorizadas: a) definir os estratos e as variáveis que se revelaram importantes e significativas na etapa de análise exploratória de dados inicial, com a finalidade

de examinar as relações entre tais dados e sua variabilidade; b) sistematizar a base de dados e informações atualmente disponíveis sobre os agricultores e propriedades produtoras de tabaco, focando apenas os estratos indicados na etapa anterior (a); c) construir um lastro de conhecimentos sobre a variabilidade da massa total de dados, de modo a subsidiar a definição de estratégias estatísticas para o plano amostral. Por fim, após a análise ser concluída, estará definido o número adequado de propriedades de tabaco que serão amostradas e avaliadas para a obtenção de um modelo conceitual sustentável.

Metodologia

No desenvolvimento da pesquisa foram percorridas as seguintes etapas: 1) levantamento e organização de dados e fontes literárias; 2) análises estatísticas; 3) análise espacial e geográfica.

Em princípio, fez-se a aquisição de dados da empresa parceira do projeto, sendo estes obtidos em formato tabular, contendo informações quantitativas e qualitativas relativas às 5.283 propriedades produtoras de tabaco contratadas para a safra 2020/2021.

Na referida tabela, os cadastros das propriedades estão organizados, a um nível de maior detalhamento, em 16 divisões territoriais denominadas “microrregiões” e, em menor detalhamento, entre três grandes unidades localizadas nos estados que compõem a região Sul do Brasil, sendo essas divisões territoriais espacialmente representadas na sessão subsequente. Em relação a área total das propriedades destaca-se que os produtores contratados estão majoritariamente inseridos na agricultura familiar.

Foi também obtida a base cartográfica contínua do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em formato *shapfile* e escala de 1:250.000 (IBGE, 2015). Ainda no portal do IBGE, foram obtidos dados relativos ao último censo agropecuário no que se refere à produção de tabaco no Brasil (IBGE, 2020).

Adicionalmente, foram realizadas buscas a fontes literárias que embasaram cientificamente questões sobre a produção de tabaco no país, assim como aquelas de cunho estatístico e geográfico.

Na análise estatística, para resumir a massa de dados, primeiramente, trabalhou-se com tabelas dinâmicas, elaboradas no *software* Microsoft® EXCEL (Manzano, 2015). A análise exploratória dos dados tabulados foi realizada no *software* estatístico Minitab® 16 (Minitab, 2010). Adicionalmente, foi realizada a análise de variância, ao nível de significância de 5%, sendo complementada pelo Teste Tukey ($p < 0.05$) no *software* Statistical Analysis Software, versão 9.0 (SAS, 2002).

Para determinar o tamanho da amostra, foram aplicadas as equações 1 e 2 (Eq.1 e Eq.2) propostas, respectivamente por Cochran (1977) e por Yamane (1973), para um nível de confiança de 95% ($1 - \alpha$). Todavia, para compensar a grande amplitude territorial da área de estudo, que impacta o custo, tempo e complexidade logística da pesquisa, decidiu-se ampliar a margem de erro para até 10%.

$$n = \frac{Z^2 \cdot \sigma^2}{e^2} \quad (\text{Eq.1})$$

$$n = \frac{N}{1 + N(e^2)} \quad (\text{Eq.2})$$

Onde: n = número de unidades amostrais; N = total de observações da população (5.283 propriedades); Z = valor tabelado, relativo a área, sob a curva normal, ocupada por 97,5% das observações (1,96); σ = desvio padrão, como é desconhecido ou sem referência teórica ou prévia, substituiu-se pela proporção $p = 0,5$ (valor máximo para uma estimativa conservadora - Israel, 1992); e = margem de erro (0,1 ou 10%).

Aplicando-se as fórmulas, obtém-se:

$$\text{Cochran (1977)} \quad n = \frac{Z^2 \cdot \sigma^2}{e^2} \Leftrightarrow \frac{Z^2 \cdot p^2}{e^2} = \frac{1,96^2 \cdot 0,5^2}{0,1^2} = 96,04 \approx 97$$

$$\text{Yamane (1973)} \quad n = \frac{N}{1 + N(e^2)} = \frac{5283}{1 + 5283(0,1^2)} = 98,1405 \approx 99$$

Desse modo, baseado nos resultados da aplicação das fórmulas (1) e (2), o tamanho da amostra foi estabelecido e arredondado para a dezena mais próxima, totalizando 100 propriedades, o qual se entendeu como quantidade apropriada, representativa e factível. Contudo, isso será verificado ao longo do levantamento e análise de dados das variáveis para que medidas corretivas para o n amostral possam ser adotadas, a fim de viabilizar as inferências estatísticas.

Para a definição do n amostral, análise de custo e alocação de estratos, os procedimentos foram implementados no ambiente computacional estatístico R (RCORE TEAM, 2020), com apoio da interface Rkward (Rödiger et al., 2012) e da planilha eletrônica LibreOffice Calc (The Document Foundation, 2020).

O processamento de dados geográficos, análises espaciais, aleatorização de propriedades para composição da amostra e a elaboração de mapas foram realizados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcMAP 10.2.2 (ESRI, 2014).

Para realizar um agrupamento de propriedades por distâncias, com o intuito de estimar um custo para o levantamento de dados do diagnóstico, as unidades produtoras foram quantificadas e qualificadas quanto às suas distâncias, em linha reta, a partir da sede da Embrapa Clima Temperado (Pelotas, RS). Em seguida, essas propriedades foram submetidas à análise de redes e rotas (*Routing and Network Analysis*), o qual tornou possível calcular a distância de cada imóvel a partir da sede da Embrapa Clima Temperado, com rotas materializadas sobre a base de dados do sistema viário “*openstreetmaps*”.

Com base no resultado da análise de redes e rotas, descrita acima, foi dado prosseguimento à aleatorização das propriedades. Este procedimento foi realizado a partir da ferramenta de criação de pontos aleatórios (*create random points*) sobre as propriedades para cada (microrregião), a partir do respectivo n amostral.

Para a elaboração dos mapas, os projetos cartográficos foram organizados com base no sistema de coordenadas geográficas e *Datum* Sirgas 2000, em escalas compatíveis com os temas representados e exportados em formato matricial PNG (*Portable Network Graphics*).

Resultados e discussão

Os agricultores integrados e suas propriedades rurais estão organizados em unidades territoriais, conforme segue: 1) uma no estado do RS, abrangendo a região de maior produção de tabaco do Brasil; 2) uma região na porção central do estado de SC, coincidente, em grande parte, com a mesorregião do Vale do Itajaí; 3) a região de planalto no limite entre os estados de SC e PR (Figura 2).

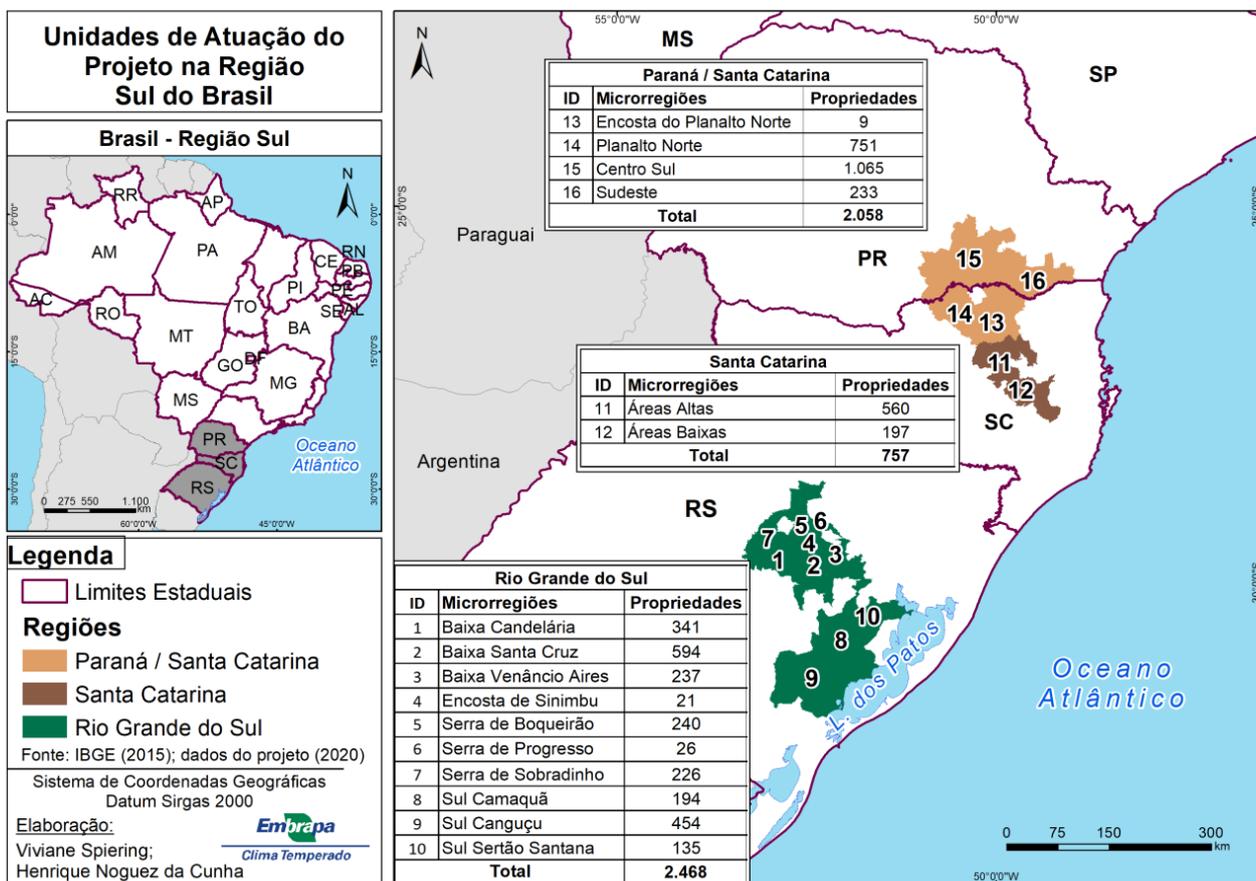


Figura 2. Mapa das Unidades Territoriais por regiões de atuação do Projeto nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.

No estado do RS, são 10 microrregiões e um total de 2.468 propriedades produtoras de tabaco. O estado de SC soma quatro microrregiões, sendo duas relativas a região Santa Catarina e mais duas microrregiões relativas à região Paraná / Santa Catarina, totalizando 1.517 propriedades. Já no estado do PR, tem-se o total de 1.298 propriedades que estão distribuídas entre duas microrregiões, chamando atenção a microrregião centro Sul que concentra mais de 20% do total das propriedades da amostra (Figura 2).

Compilação sintetizada do perfil dos agricultores

As variáveis inicialmente utilizadas para a análise exploratória foram: (i) microrregiões; (ii) domínio da propriedade, podendo ser área própria, arrendada ou outra; (iii) sistema de plantio, (iv) diversificação da matriz produtiva; (v) distância (em linha reta) da sede da Embrapa Clima Temperado até a propriedade.

A distância (v) foi utilizada com o intuito de estimar o custo para o levantamento de dados do diagnóstico nessa etapa do projeto, porém, preservando a representatividade da massa de dados total (Figura 3).

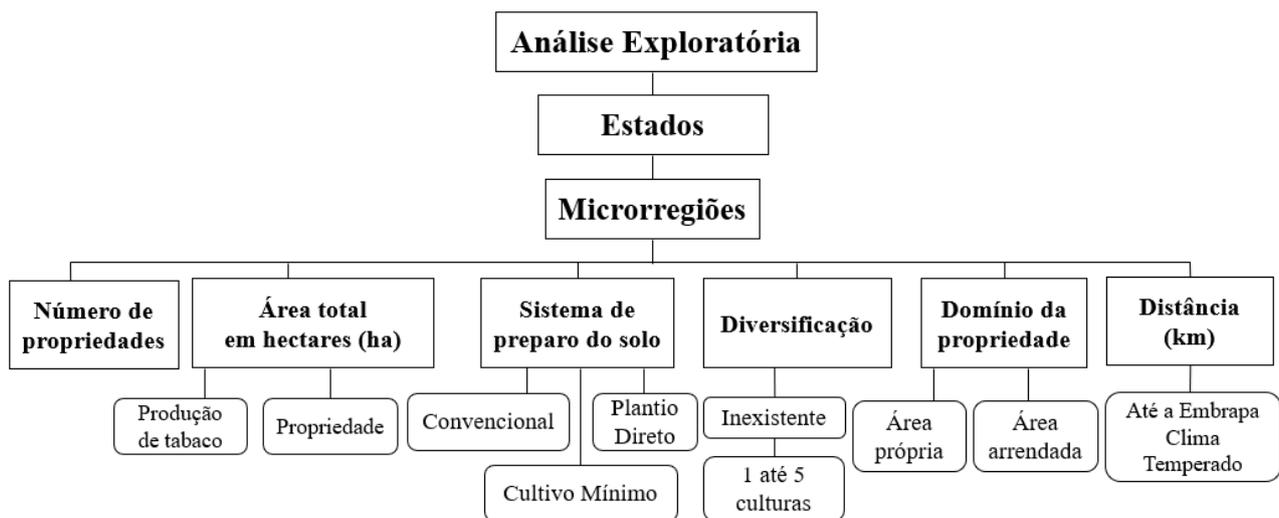


Figura 3. Representação gráfica dos estratos utilizados na etapa da análise exploratória da base de dados de produtores de tabaco no Sul do Brasil. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

A distância (v) foi utilizada com o intuito de estimar o custo para o levantamento de dados do diagnóstico nessa etapa do projeto, porém, preservando a representatividade da massa de dados total (Figura 3).

Microrregiões produtoras de tabaco e distância das propriedades

A Figura 4A reproduz os resultados oriundos do questionamento: “Qual o total de hectares plantados com tabaco na propriedade?”. Esses resultados estão fragmentados por microrregiões produtoras. Dentre os três estados analisados no presente estudo (RS, SC e PR), o Rio Grande do Sul apresenta maior área total em hectares, bem como número de agricultores contratados.

Por meio dos dados exibidos na Figura 4B pode-se constatar que cerca de 86% dos produtores contratados possuem uma área média total de produção de até 4,99 hectares e somente 1% dos produtores cultivam 10 hectares de tabaco ou mais, indicando que a produção de tabaco é predominantemente familiar, denotando a predominância das pequenas propriedades.

Na Figura 4C, as microrregiões estão expostas de acordo com a distância até a sede da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS. Esta relação foi ilustrada, pois, neste plano amostral, considerou-se a relação custo-benefício e o deslocamento até as unidades amostrais. Em relação à distância (em linha reta) entre as propriedades e a sede da Embrapa Clima Temperado, as maiores e menores distâncias são, respectivamente de 760 km e 12 km, sendo que 62,7% das observações estão contidas no intervalo definido pela média ± 1 desvio padrão (197-693 km).

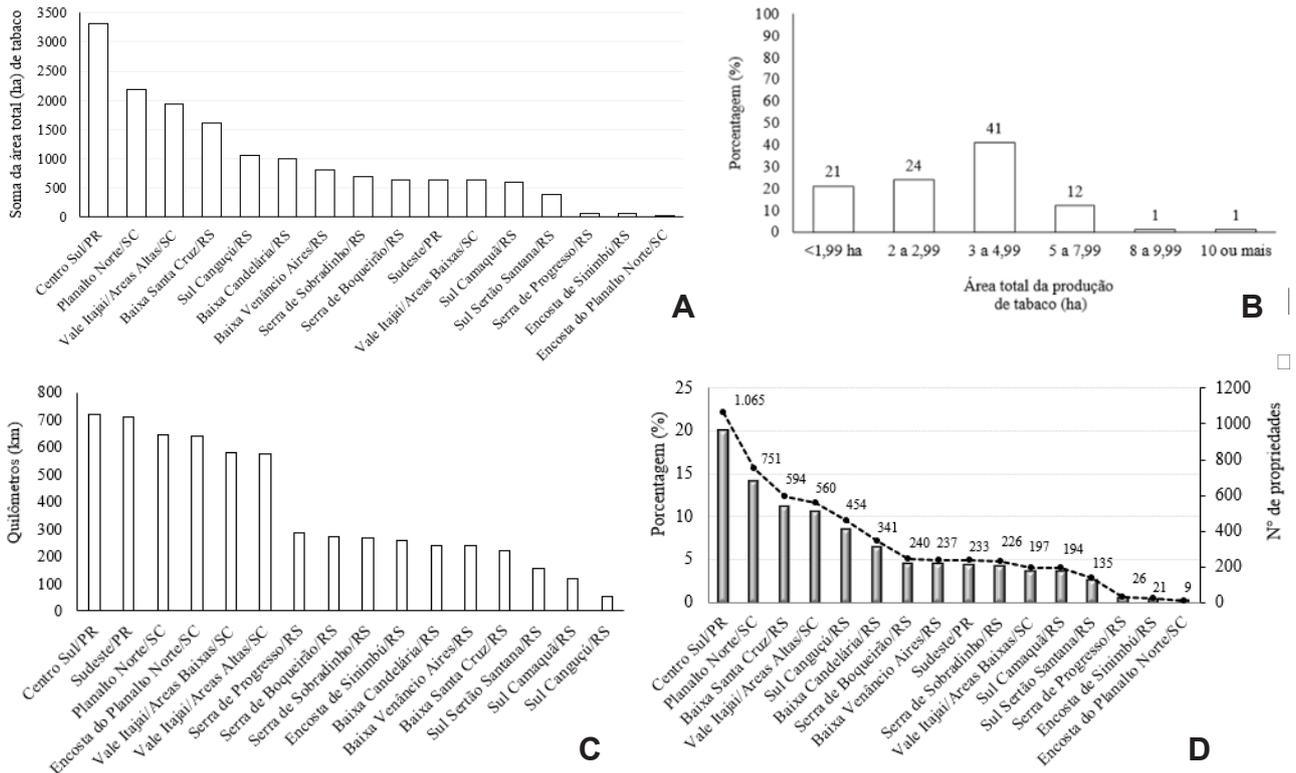


Figura 4. Soma da área total de produção de tabaco em hectares (ha) (A); Área média total da produção de tabaco (ha) nas propriedades produtoras contratualizadas à empresa fumageira (B). Média de todas as unidades (RS, SC e PR); microrregiões produtoras de tabaco (eixo y) em relação à distância (km) até a sede da Embrapa Clima Temperado (eixo x), em Pelotas, RS (C). Distância em linha reta, desconsiderando as estradas; e microrregiões versus quantificação das propriedades de tabaco em uso pelos produtores, em que os eixos representam os números absolutos e as respectivas porcentagens (D). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

Algumas microrregiões apresentam baixa representatividade de propriedades produtoras de tabaco em comparação a outras, indicando que há uma heterogeneidade de grandeza nesse estrato (Figura 4D), apresentando em algumas delas maior número de produtores e propriedades, como por exemplo, a microrregião de Centro Sul do PR que totaliza 1.065 propriedades em uso pelos produtores (20,1%), seguido por 751 no Planalto Norte de SC (14,2%) e 594 propriedades na Baixa Santa Cruz no RS (11,2%), em contraste com a Encosta do Planalto Norte de SC que compreende apenas 9 propriedades (0,1%).

Após a execução das análises que revelaram a realidade das propriedades produtoras de tabaco, evidenciou-se a possibilidade de correlações e interpretações acerca do conhecimento deste universo total das propriedades. Apresenta-se neste próximo subitem uma análise dos eixos que foram previamente selecionados para uso na estratificação, de forma a subsidiar a construção do plano amostral.

Diversificação produtiva versus domínio da propriedade

A produção para autoconsumo e a comercialização de alimentos de origem animal e vegetal pelos agricultores podem ser considerados indicadores da diversidade de espécies cultivadas na propriedade produtora de tabaco. As abordagens que envolvem a temática de diversificação de renda tornaram-se proeminentes nos estudos globais de desenvolvimento (Carney, 1998; Pellegrini; Tasciotti, 2014).

Além da comercialização do tabaco, destacam-se, em ocorrência porcentual, a produção de milho, feijão, soja, leite e batata (Figura 5A). Tais espécies fazem parte da maioria dos agroecossistemas de produção agrícola, especialmente familiar (Figueiró; Renke, 2020) na região sul do Brasil. Algumas dessas espécies, como o milho, constituem-se em matéria-prima para a produção de proteína animal (Almeida et al., 2017) e leite (Neutzling et al., 2017), igualmente importantes para a economia nacional.

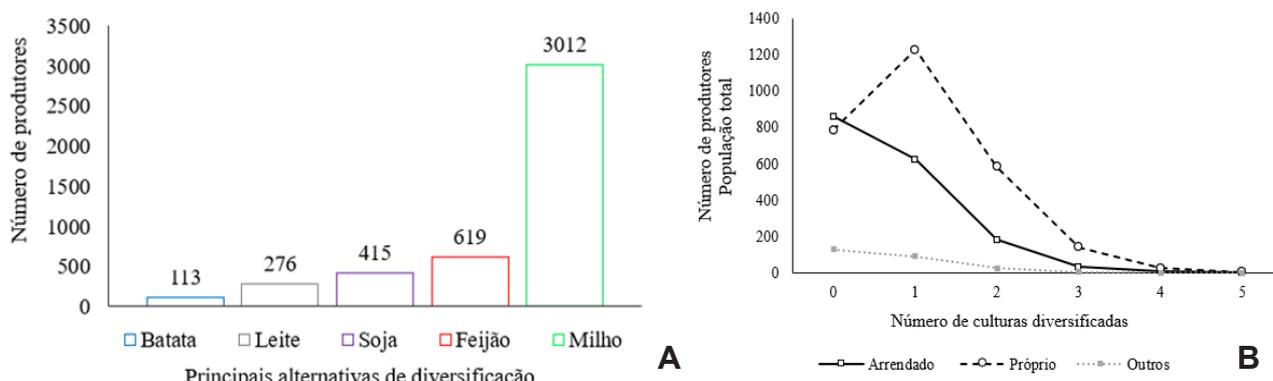


Figura 5. Eixo intitulado diversificação produtiva, onde: Cinco principais alternativas de diversificação com finalidade de incremento de renda, sendo utilizados por 100 produtores ou mais de todas as Unidades da empresa (A). Diversificação da matriz produtiva com finalidade de incremento de renda (B), onde: 0 = sem diversificação na propriedade; 1 = 1 cultura de diversificação [...] 5 = 5 culturas de diversificação versus domínio da propriedade, ou seja, área própria, arrendada ou outros. O eixo da lateral esquerda está associado às colunas agrupadas (população total). Fonte: Embrapa, Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

A produção de leite, por exemplo, representa (Figura 5A) uma das principais alternativas de diversificação produtiva. Este é um dos alimentos mais importantes do mundo e adicionalmente apresenta forte efeito na geração de emprego e renda local (Rocha et al., 2020), encontrando-se unidades produtivas distribuídas em vários estados brasileiros (Agostinho et al., 2019).

A Figura 5B permite constatar que os produtores que possuem área própria tendem a diversificar mais sua matriz produtiva no que corresponde à comercialização de produtos agropecuários, enquanto que os produtores com área arrendada apresentam menor nível de diversificação (uma a três culturas).

Além disso, quando se explora os índices isoladamente pode-se notar diferenças importantes. Verificou-se que, das dezesseis microrregiões totais com produção de tabaco, apenas três delas apresentam cinco alternativas de diversificação ($p < 0.05$) e deste total, duas estão localizadas no estado do RS (Canguçu e Serra de Boqueirão) e uma no estado de SC (Planalto Norte).

A correlação entre a distância das propriedades até a sede da Embrapa Clima Temperado e a diversificação da matriz produtiva, também é clara (Figura 6), pois algumas regiões apresentam maior nível de diversificação comparativamente a outras.

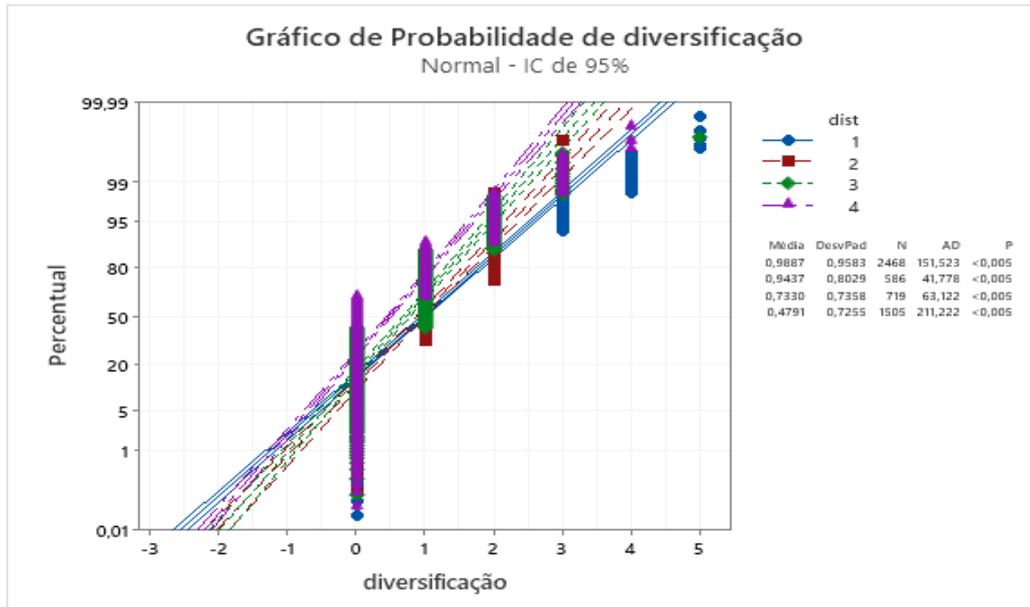


Figura 6. Microrregiões produtoras de tabaco versus a distância (km) até sede da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS, sendo no eixo x os níveis de diversificação: 0 = sem diversificação; 1 = 1 alternativa de diversificação [...] 5 = 5 alternativas de diversificação e as respectivas distâncias: 1 = até 540 km; 2 = 541 km a 600 km; 3 = 601 km a 649 km; e 4 = 650 km a 760 km. Embrapa, Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

Na Figura 7 estão representadas cartograficamente as microrregiões onde são verificados os maiores índices de diversificação para os estados do RS, SC e PR. No entanto, estas microrregiões apresentam particularidades que podem ser associadas às questões fisiográficas (relevo, solos, hidrografia) e culturais.

A microrregião de Canguçu (Figura 7A), reconhecida em âmbito nacional pela grande concentração de agricultores familiares, é a microrregião que apresenta a maior representatividade de propriedades que realizam a diversificação. Nesta microrregião a empresa dispõe de 454 propriedades contratadas para a produção de tabaco, das quais 358 diversificam a produção com a associação de até cinco cultivos. No entanto, o número de propriedades onde a diversificação contempla até cinco diferentes cultivos é bastante reduzido (apenas 4), sendo predominante o número de propriedades em que a diversificação da produção do tabaco ocorre a partir da associação de apenas mais um tipo de atividade.

Na microrregião Serra de Boqueirão (Figura 7B), a diversificação produtiva do tabaco consorciada com o emprego de cinco outras culturas é uma particularidade de apenas uma propriedade. Na maioria das propriedades em que é verificada a diversificação (135 propriedades), os produtores a fazem a partir do emprego de apenas 1 (uma) ou 2 (duas) culturas. Propriedades onde é observada a diversificação a partir da introdução de 3, 4 ou cinco cultivos correspondem a um total de apenas nove.

No estado de SC, a microrregião Planalto Norte (Figura 7C) é a que representa os melhores padrões de diversificação da matriz produtiva. No entanto, em comparação às microrregiões que representam o estado do RS, esta apresenta uma configuração diferente. Embora seja uma das três microrregiões onde ocorrem propriedades que utilizam até cinco alternativas de diversificação, esta condição é representada por apenas uma das propriedades. Além disso, em mais de 50% (379 de um total de 751 propriedades) os produtores não realizam qualquer tipo de diversificação com as atividades elegidas.

Nas propriedades situadas no estado do PR, verificou-se que a diversificação da produção de tabaco é significativamente menor do que, em média, é observado para os estados do RS e SC. Dentre as duas microrregiões que representam o estado, a microrregião Centro Sul apresenta os melhores padrões de diversificação (Figura 7D). Entretanto, os produtores diversificam a produção em apenas 37% das propriedades e, quando esta ocorre, é a partir da introdução de um ou dois cultivos além do tabaco.

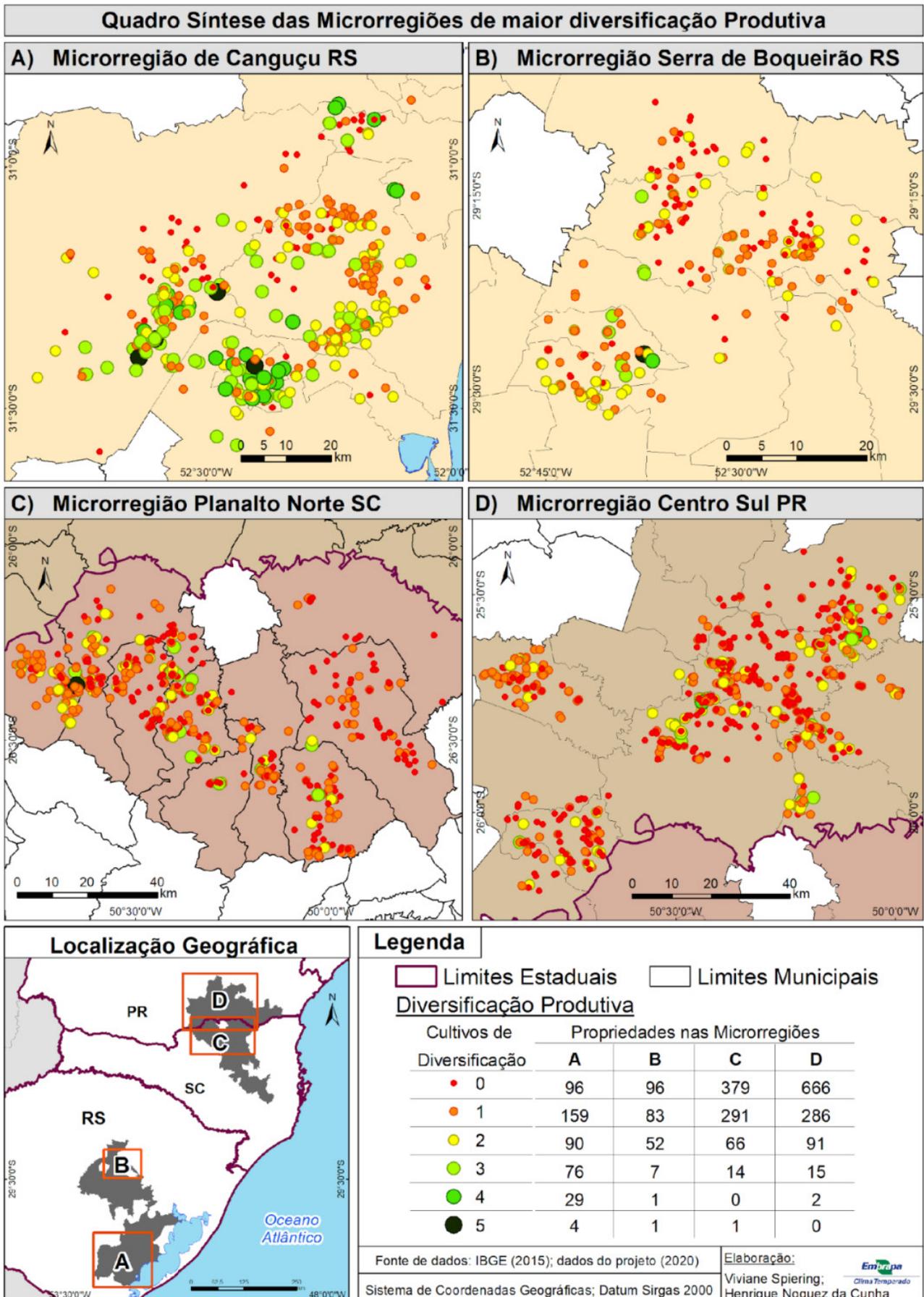


Figura 7. Síntese das microrregiões onde as propriedades apresentam maior diversificação da matriz produtiva para os estados de atuação do Projeto. Microrregião Canguçu (A), microrregião Serra de Boqueirão (B), microrregião Planalto Norte (7C) e microrregião Centro Sul (7C). Localização geográfica das microrregiões na região Sul do Brasil (E).

Sistema de plantio

Esse estrato foi selecionado, visto que, a adoção do sistema de plantio se constitui em pilar fundamental para a sustentabilidade da propriedade (Shah; Wu, 2019). Além disso, a associação do conjunto de boas práticas agropecuárias relacionadas ao manejo do solo contribui para o aumento da eficiência produtiva bem como balanços ambientais favoráveis.

A Figura 8 indica que os dados relacionados ao sistema de plantio são, de maneira geral, homogêneos, com três pontos distantes da média representados por produtores que têm áreas maiores de produção, superiores a 10 hectares de tabaco. Ressalta-se que são dados médios, sem discriminação por microrregiões.

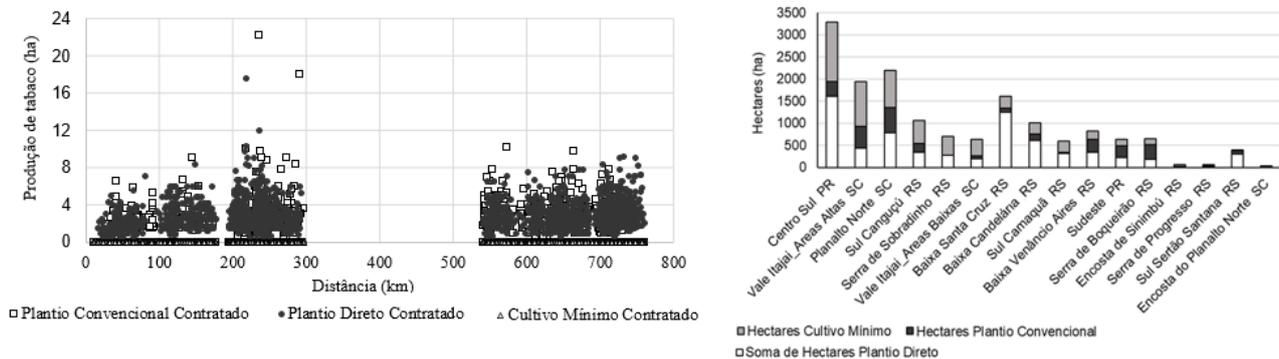


Figura 8. Sistemas de plantio versus a distância (km) até sede da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas, RS, utilizando todos os registros de produtores (A); área de produção (soma em hectares) contratada pela empresa fragmentada pelo sistema de preparo do solo utilizado: i) plantio direto, ii) preparo convencional, iii) cultivo mínimo, nas respectivas 16 (dezesseis) microrregiões (B). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

Inicialmente, supunha-se que haveria um efeito notório na relação entre domínio da propriedade e sistema de plantio. Porém, analisando os dados dos produtores que renovaram os contratos para a safra 2021, verifica-se que há uma porcentagem similar entre arrendatários e proprietários quanto a adoção do sistema plantio direto ou convencional. Com base nas análises efetuadas e nos resultados apresentados, pode-se aferir que a massa de dados do projeto é mais homogênea que o esperado para essa variável.

Plano amostral

Uma das decisões cruciais para um levantamento de dados se refere à determinação do tamanho da amostra (Tillé, 2020), pois esse está diretamente ligado à suficiência amostral, com consequências no erro amostral, intervalo de confiança e a precisão das estimativas.

Assim, a amostragem estatística será capaz de reduzir a massa total de dados (Liang et al., 2013), analisando as relações entre microrregiões e preservando a variabilidade existente no conjunto total de propriedades. Ressalta-se que, após ser determinada a margem de erro admissível e o nível de confiança da estimativa, pode-se definir o tamanho das unidades amostrais (Israel, 1992) e a forma de seleção das propriedades, que serão alvo dos levantamentos e mensurações a serem conduzidas.

É muito vantajoso trabalhar com amostras por diversos aspectos, mas os essenciais são: i) tempo; ii) recursos (financeiros, materiais e humanos). Como uma amostra é composta por um número de elementos menor que a população, utiliza-se menos tempo para realizar o levantamento dos dados, assim como reduz os gastos investidos para o processo de levantamento. Além disso, a elaboração de um volume extenso de informações demanda a análise de conjuntos de dados de grande volume e variedade, portanto, é necessário empregar métodos que auxiliem na redução de tal complexidade numérica (Sun et al., 2012).

Nesse contexto, para o presente plano amostral, foram consideradas 5.283 propriedades contratadas para a safra de 2021, presentes na base de dados cedida pela empresa e a extensão territorial de abrangência (PR, SC e RS), assim como as limitações de orçamento e cronograma, para adotar-se um número reduzido, porém representativo de propriedades, conforme descrição que se segue.

Tipo de amostragem e alocação das unidades amostrais

Além da quantidade de unidades amostrais, tamanho da população e variabilidade (heterogeneidade), há outros fatores importantes que podem influenciar a suficiência amostral e correspondem ao tipo de amostragem e a forma de alocação das unidades amostrais (Kersten; Galvão, 2011), isto porque a população pode se apresentar distribuída em grandes áreas, sujeitas a contextos ambientais, sociais e culturais distintos, ou ainda, pode sofrer influências de aspectos demográficos, sanitários, logísticos, legais e de segurança, dentre outras particularidades. O conhecimento de tais informações é importante para a definição do plano amostral, pois permite escolher, dentre várias, as formas de amostragem, probabilísticas ou não probabilísticas.

Partindo-se da análise exploratória realizada, observou-se que a massa de dados advinda da indústria fumageira se apresenta bastante homogênea (Figura 8: sistema de plantio), indicando a possibilidade para a realização de uma amostragem probabilística, na qual todos os elementos da população apresentam uma probabilidade calculável maior que zero para compor a amostra (Rao, 2000; Tillé, 2020). Esta característica permite coletar diferentes amostras, cujas estimativas se encontram dentro da mesma margem de erro e nível de confiança, viabilizando inferências estatísticas representativas para a população como um todo.

A análise exploratória dos dados igualmente permitiu constatar que certas variáveis apresentam heterogeneidades associadas à distribuição espacial, meio físico e domínio/posse legal das terras (Figura 5). Essa variabilidade é condição que dificulta a adoção de uma aleatorização simples das unidades amostrais sem viés, recomendando-se, neste caso, a adoção de uma amostragem estratificada.

Destacaram-se como possíveis estratos as variáveis “microrregião produtora” (Figura 7) e “distância até a Embrapa Clima Temperado” (Figura 4), pois expressavam maior heterogeneidade entre os estratos e maior homogeneidade dentro do estrato (Raj; 1976, Cochran, 1977).

Existem muitas formas de alocação do n amostral para as amostras estratificadas, sendo as mais utilizadas a alocação: (i) uniforme; (ii) proporcional; (iii) ótima de Neyman; (iv) ótima de Neyman em função da variabilidade/custo (Cochran, 1977; Tillé, 2020). O presente plano amostral se concentra apenas nas alocações (ii) e (iv), por serem, respectivamente, mais usual em amostras estratificadas e por considerar o impacto dos custos de levantamento.

As 100 unidades amostrais foram atribuídas entre as dezesseis microrregiões, conforme as equações 3 e 4 (Eq.3 e Eq.4) (Cochran, 1977), de forma a representar uma distribuição de subamostras proporcionais ao número de propriedades presentes em cada microrregião:

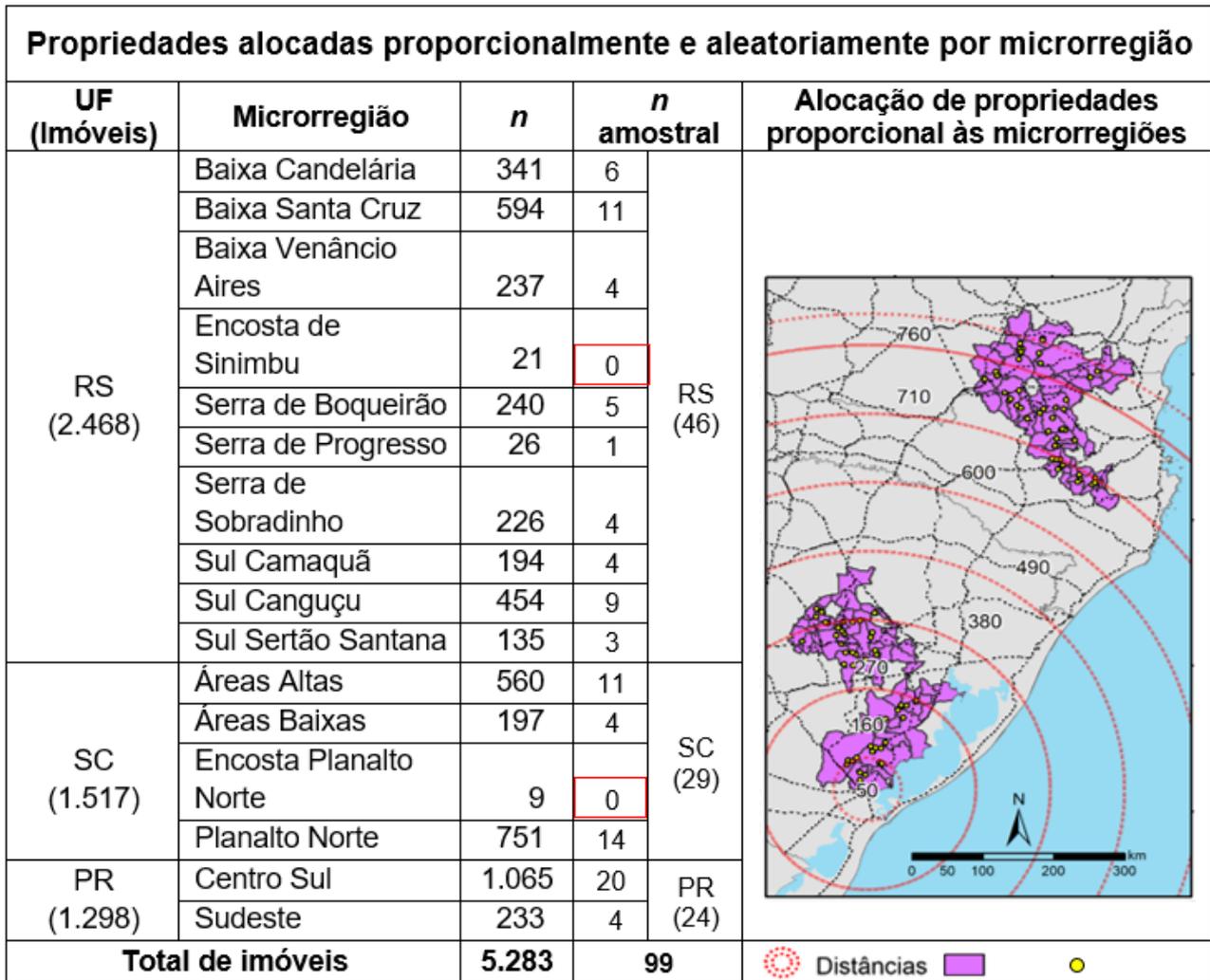
$$W_k = \frac{n_k}{N} \quad (\text{Eq.3})$$

$$n_{W_k} = n \cdot W_k \quad (\text{Eq.4})$$

Onde: W_k = peso da proporção do estrato; n_k = número de elementos do estrato; N = total de observações (5.283 propriedades); n_{W_k} = número de unidades amostrais para estrato; n = número total de unidades amostrais (100 propriedades).

Posteriormente, foi realizado o processo de aleatorização ponderada de unidades amostrais para cada microrregião (Figura 9), em ambiente SIG, por meio do comando “*Create Randon Points*”, incluso na extensão *SpatialAnalyst* do ArcGis (ESRI, 2014).

Na presente abordagem, duas dessas microrregiões produtoras, Encosta do Sinimbu e Encosta do Planalto Norte, não tiveram indicação de unidades amostrais devido a baixa quantidade de imóveis no estrato. Por outro lado, a região produtora Sudeste do Paraná, território mais distante da Embrapa Clima Temperado, apresentou o maior número de unidades amostrais atribuídas devido ao grande número de propriedades contratadas. Esses casos ilustram problemas de subestimação e superestimação, associadas a questão de custos, com potencial prejuízo à representatividade e viabilidade do processo amostral (Figura 9).



Elaboração: Henrique N. da Cunha

Figura 9. Aleatorização e alocação proporcional à quantidade de propriedades por microrregião. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

Os resultados da alocação proporcional, ao respeitar a distribuição populacional dos estratos, tende a reproduzir o comportamento estatístico da população, contudo pode não alocar adequadamente as amostras ao longo da extensão territorial do estudo, podendo deixar lacunas de representatividade, pois somente o número de elementos do estrato é levado em conta. Por outro lado, a redução da variância da média ocorre apenas pela redução do componente de variação entre as médias dos estratos (Péllico-Netto; Sanqueta, 1997), não considerando a variabilidade intraestrato em relação à variação entre os estratos (Raj, 1976; Rao, 2000).

Além disto, a presença de um maior número amostral em microrregiões distantes da sede da Embrapa Clima Temperado também ocasiona um aumento de dificuldade para o levantamento (custos, infraestrutura, logística e tempo). Deste modo, procedeu-se uma segunda simulação de cenário de alocação das amostras entre as microrregiões.

Na alocação ótima de Neyman (Neyman, 1934; Cochran, 1977) com a função de custo linear, a amostragem é efetuada de forma a considerar a proporcionalidade de estratos, a variância e custos dos estratos, conforme as equações para determinação do custo (Eq.5) e da alocação (Eq.6) das unidades amostrais nos estratos:

$$C(x) = c_0 + \sum_{k=1}^K x_k c_k \quad (\text{Eq.5})$$

$$n_k = n \cdot \frac{W_k \cdot \sigma_k \cdot \sqrt{c_k}}{\sum_{k=1}^K W_k \cdot \sigma_k \cdot \sqrt{c_k}} \quad (\text{Eq.6})$$

Onde: C = Custo total do levantamento; x = observação; c_0 = custo fixo; c_k = custo de levantamento do estrato; W = peso da proporção do estrato; n_k = número de unidades amostrais para estrato; σ = desvio padrão; n = número de unidades amostrais (100 propriedades).

Para estimar o custo de cada estrato, foi utilizado o inverso do produto entre a distância média do estrato, em relação à sede da Embrapa Clima Temperado, e o número de propriedades do estrato. Quanto mais próximo e menos imóveis, menor será o custo do estrato. Já o custo fixo corresponde a todas as despesas correntes necessárias à execução do levantamento, incluindo-se remunerações, energia, combustíveis, insumos, etc., cujos valores não se alteram em relação a cada estrato.

Como resultado, obteve-se a alocação de 101 unidades amostrais nas 16 microrregiões, conforme o apresentado na Tabela 1. Este total representa cerca de 2% dos imóveis contratados pela indústria. Nota-se claramente esta mudança nas quantidade de unidades amostrais por estado, considerando-se as distâncias a partir da sede da Embrapa Clima Temperado, em Pelotas.

Tabela 1. Comparação entre a alocação proporcional e alocação ótima de Neyman em função de custo (tamanho do estrato e distância até a Embrapa Clima Temperado para cada estrato, estado e microrregião). Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2022.

UF (total de imóveis)	Microrregião	n	distância média (estradas em km)	Alocação proporcional		Alocação ótima de Neyman em função do custo (inverso da distância x n)	
				n (amostral)	UF (total de imóveis)	n (amostral)	UF (total de imóveis)
RS (2468)	Baixa Candelária	341	317,14	6	RS (46)	4	RS (52)
	Baixa Santa Cruz	594	302,75	11		8	
	Baixa Venâncio Aires	237	324,52	4		2	
	Encosta de Sinimbu	21	351,25	0		1	
	Serra de Boqueirão	240	369,66	5		4	
	Serra de Progresso	26	393,25	1		1	
	Serra de Sobradinho	226	347,72	4		5	
	Sul Camaquã	194	162,66	4		4	
	Sul Canguçu	454	71,76	9		19	
	Sul Sertão Santana	135	215,91	3		4	
SC (1517)	Vale Itajaí Areas Altas	560	885,73	11	SC (29)	14	SC (34)
	Vale Itajaí Areas Baixas	197	904,64	4		5	
	Encosta Planalto Norte	9	959,96	0		1	
	Planalto Norte	751	954,98	14		14	
PR (1298)	Centro Sul	1.065	1.026,59	20	PR (24)	13	PR (15)
	Sudeste	233	1.072,15	4		2	
—	Total de imóveis	5.283	—	99	—	101	—

*Região sul do Paraná + região norte de Santa Catarina

Diferentemente da alocação proporcional, todos os estratos foram contemplados com a atribuição de pelo menos um imóvel e, os estratos mais distantes de Pelotas, tiveram uma redução de unidades amostrais, porém sem perder representatividade. Concomitantemente, houve aumento de propriedades nas microrregiões próximas à sede da Embrapa Clima Temperado, cumprindo com o objetivo de reduzir o impacto financeiro e de cronograma do processo amostral, sem comprometer os ganhos de precisão dos estimadores, diminuindo o erro amostral por consequência (Péllico-Netto; Sanqueta, 1997).

Na Figura 10 está representada a alocação final das propriedades que compõem a amostra, comparando-se a alocação proporcional e a alocação ótima de Neyman em função do custo. Nessa, verifica-se significativa diminuição do número de municípios com propriedades a serem amostradas, principalmente nos estados do PR e SC, o que contribui para uma melhor eficiência logística e economia de recursos.

Elaboração: Henrique N. da Cunha

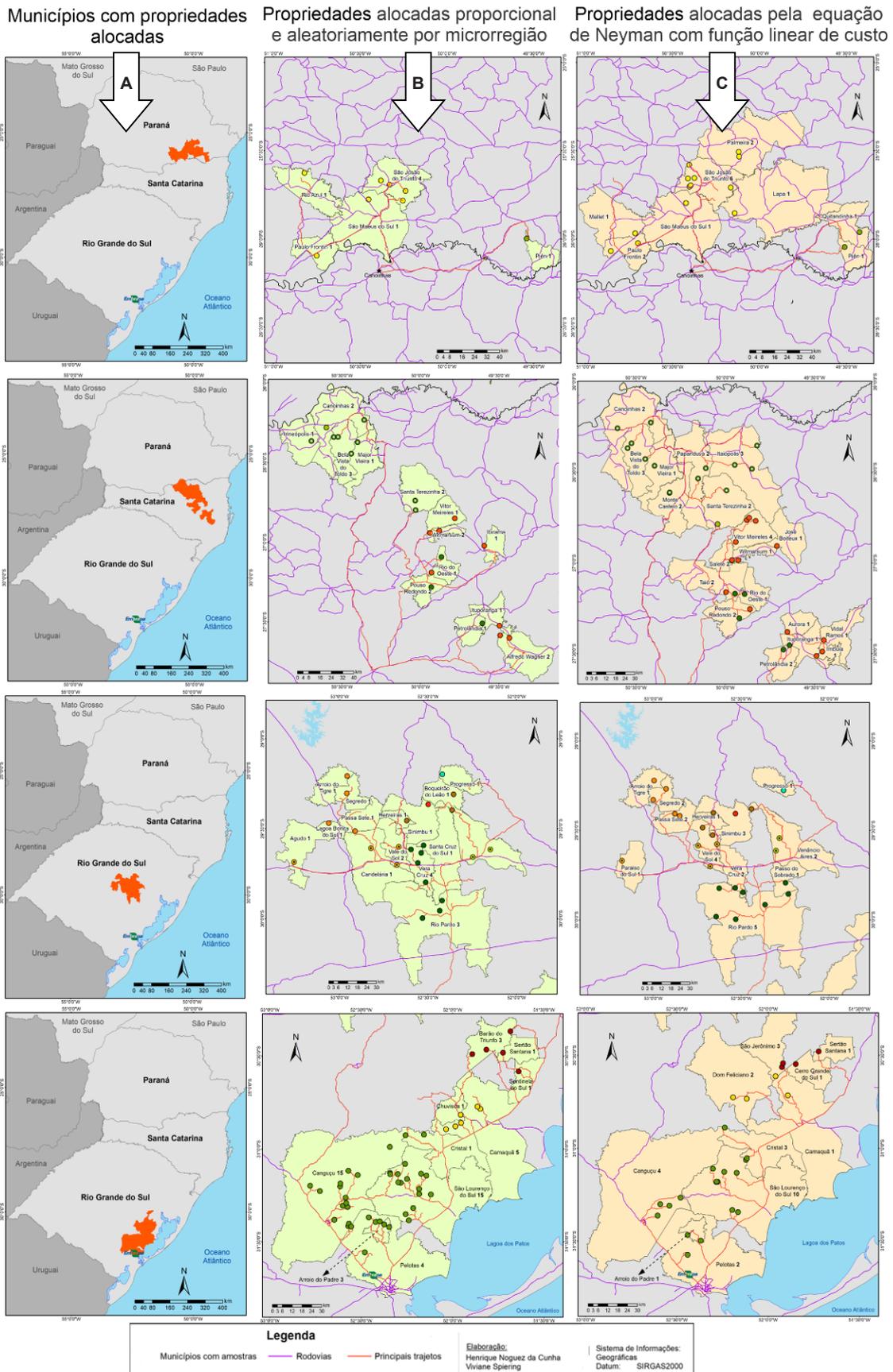


Figura 10. Alocação final das propriedades, em que: a coluna (A) representa os municípios sorteados nas duas abordagens; a coluna (B) corresponde aos municípios sorteados a partir das propriedades alocadas proporcional e aleatoriamente por microrregião; a coluna (C) indica os municípios e propriedades alocadas pela equação de Neyman com função linear de custo, por microrregião.

Perfil da amostra em relação ao universo

Para a validação do resultado, a amostra selecionada pela alocação ótima de Neyman em função do custo foi analisada a partir da comparação em relação a características do universo apresentadas na seção 2 do presente documento. Os principais resultados relativos a esta análise estão expostos na Figura 11.

O percentual de propriedades amostradas por microrregião (Figura 11A), pelo fato da atribuição de um peso maior ou menor, conforme a distância em relação à sede da Embrapa Clima Temperado, não segue uma linha de tendência em relação ao universo total, no entanto, todas as microrregiões estão representadas na amostra. Ainda com base neste comparativo, observa-se que para nove microrregiões o percentual representado pela microrregião dentro da amostra superou o percentual representado pela mesma no universo total.

Com relação a diversificação da matriz produtiva na propriedade (Figura 11, itens B e C), verificam-se, na amostra, percentuais e ordens de importância que se equiparam aos do universo total. A maior variação observada corresponde a redução de 4% nas propriedades da amostra que não realizam a diversificação produtiva. Com relação aos principais produtos originários da diversificação, há somente a inversão na ordem de importância entre soja e leite, que no universo ocupavam a terceira e quarta posição, respectivamente, e na amostra são de quarta e terceira importâncias.

No que tange ao domínio da propriedade (Figura 11D), a maior variação apresentada entre as categorias de domínio (próprio, arrendado e outro) é de 2% entre universo e amostra.

Quanto aos sistemas de cultivos que são adotados nas propriedades (Figura 11E), a amostra também traduz, em percentuais, o que é observado dentro do universo total. A maior variação observada favorece a melhor representação do sistema de cultivo mínimo em 3% se comparado a representação que este sistema possuía no conjunto total das propriedades. Uma maior variabilidade entre os percentuais que representam o universo e a amostra só é verificada quando comparado o sistema de cultivo com a condição de dominialidade da propriedade (Figura 11, itens F, G e H). No entanto a única situação onde a amostra representa um déficit significativo (superior a 10%) é verificada com relação ao quantitativo de amostras em que o produtor detém a tutela da propriedade (área própria) e faz uso do sistema de plantio convencional (Figura 11F).

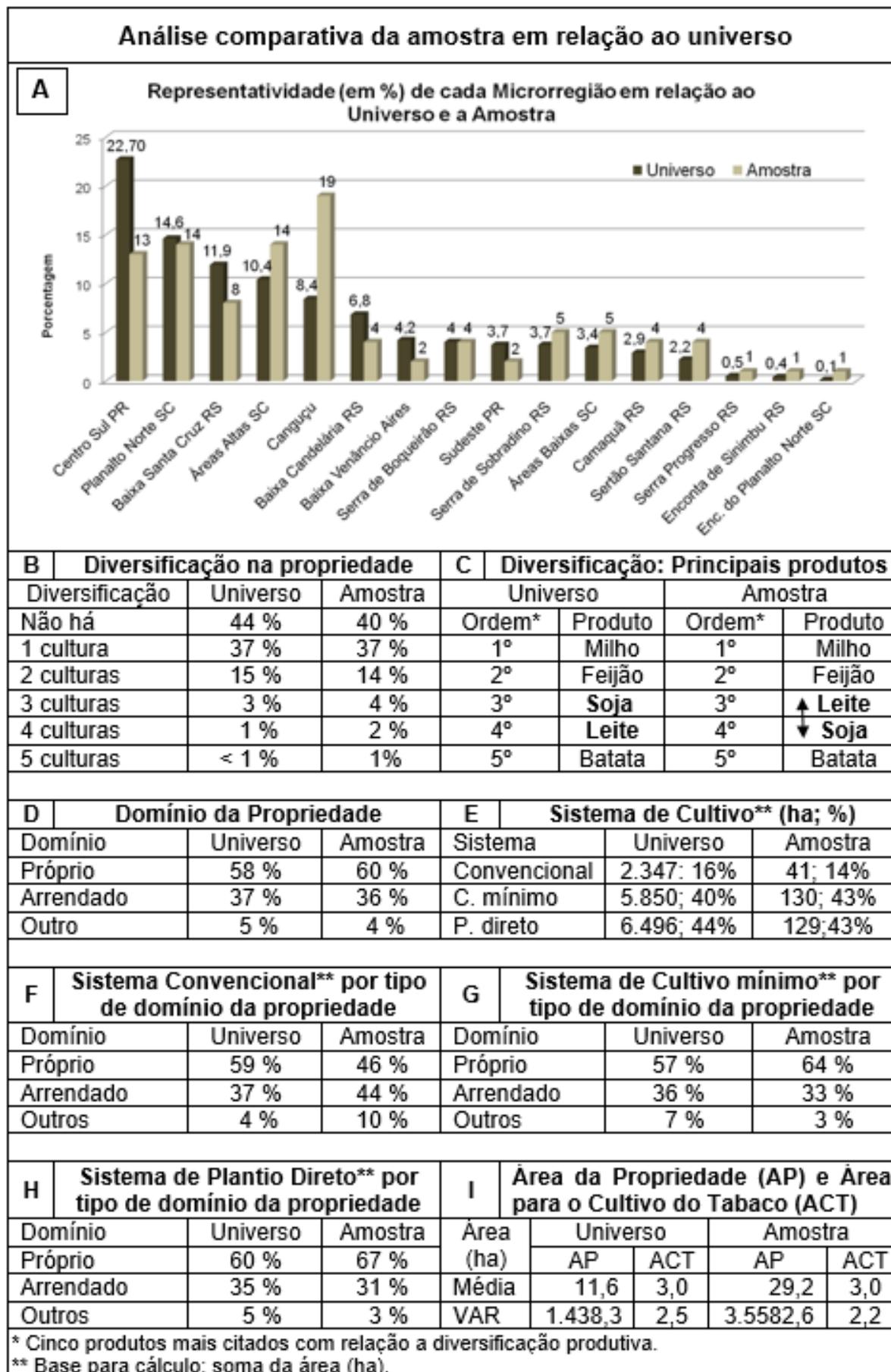


Figura 11. Quadro síntese da análise comparativa entre universo/população total e a amostra selecionada no plano amostral pelo método de alocação ótima de Neyman em função do custo. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2020.

Considerando-se o tamanho das propriedades e a área contratada para o cultivo do tabaco (Figura 11, item I), há significativa disparidade entre o universo e amostra no que tange ao tamanho das propriedades utilizadas. No universo total, a propriedade produtora de tabaco tem em média 11,6 hectares e se verificado o quão distante os valores da amostra estão desta média (variância) chega-se a importância de 1.468,3. Considerando-se a amostra, em média, a propriedade possui 29,2 hectares com variância de 35.582,6. Logo, conclui-se que os tamanhos das propriedades, tanto do universo quanto da amostra, não são homogêneos, com maior amplitude de variação dentro da amostra.

Contudo, em relação a área contratada para a produção de tabaco dentro dessas propriedades rurais, a amostra representa fidedignamente o universo amostral, demonstrando que, em média a área contratada gira em torno de 3 hectares, verificando-se, a partir da variância, que na amostra ocorre menor variação entre os valores.

Considerações finais

Mediante a análise exploratória dos dados e o plano amostral, pode-se considerar que:

- a) o efeito encontrado para as variáveis no que tange à heterogeneidade dos dados poderá ser verificado se na etapa diagnóstico houver unidades amostrais ao longo de todas as microrregiões, sem exceção. No momento em que se mensuram dados em todos esses ambientes, os atributos influenciados pela fisiografia e cultura local estarão representados;
- b) na diversificação da matriz produtiva, há uma diferença entre microrregiões, onde algumas priorizam o monocultivo de tabaco e outras fazem uso de diversificação. Também, há produtores que diversificam com uma cultura e outros com cinco, por exemplo, sendo outra variação existente. Tal fato requer o monitoramento de diversas variáveis qualitativas e quantitativas ao longo do tempo para a totalidade da população amostral;
- c) a massa de dados é relativamente homogênea em sua totalidade.

Cabe destacar que, considerando-se a quantidade de indicadores a serem monitorados, a disponibilidade de tempo e recursos, bem como a base estatística e metodológica a ser aplicada em estudo de múltiplos casos, é provável que o número de propriedades poderá ser reduzido nas etapas que se sucedem a essa, de intervenção e monitoramento.

A análise exploratória desses dados possibilitou avaliar quais variáveis apresentavam-se mais homogêneas e quais denotam maior variabilidade, as quais poderiam sugerir a conformação de estratos. O uso da alocação ótima de Neyman em função do custo permitiu alocar unidades amostrais aos estratos, observando uma homogeneidade intraestrato, apesar da heterogeneidade entre os estratos das microrregiões.

Referências

AGOSTINHO, F.; OLIVEIRA, M. W.; PULSELLI, F. M.; ALMEIDA, C. M. V. B.; GIANNETTI, B. F. Energy accounting as a support for a strategic planning towards a regional sustainable milk production. **Agricultural Systems**, v. 176, 102647, 2019.

ALMEIDA, R. E. M. D.; GOMES, C. M.; LAGO, B. C.; OLIVEIRA, S. M. D.; PIEROZAN JUNIOR, C.; FAVARIN, J. L. Corn yield, forage production and quality affected by methods of intercropping corn and *Panicum maximum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 3, p. 170-176, 2017.

CARNEY, D. (ed.). **Sustainable Rural Livelihoods: What Contribution Can We Make?** London: Department for International Development (DFID), COCHRAN, W. G. **Sampling Methods**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1977. 428 p.

DE GOES, Q. R.; BARBOSA, B. W.; BOLIGON, A. A.; LORENTZ, L. H.; VIEIRA, F. C. B.; WEBER, M. A. Sample sufficiency for epiedaphic fauna evaluation with Provid method/Suficiência amostral para avaliação da fauna epiedáfica com o método Provid. **Ciencia Florestal**, v. 29, n. 1, p. 444-451, 2019.

EMBRAPA Clima Temperado. **Programa Auera - Desenvolvimento de um modelo conceitual de propriedades sustentáveis produtoras de tabaco no Sul do Brasil**: Relatório do Pré-diagnóstico. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2020. 157 p.

ESRI. ArcGIS Desktop 10.2.2 Redlands, 2014.

FIGUEIRÓ, C. C.; RENK, A. A. Percepções intergeracionais de agricultores familiares sobre a produção de alimentos e sustentabilidade. **Desenvolvimento Rural Interdisciplinar**, v. 2, n. 1, p. 50-78, 2020.

IBGE. **Base Cartográfica Contínua do Brasil - 1:250000, IBGE 2015**. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bc250/versao2019. Acesso em: 15 jun. 2020.

IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html>. Acesso em: 15 jun. 2020.

ISRAEL, G. D. **Sampling the evidence of extension program impact**. Gainesville: University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, EDIS, 1992. 9 p. (IFAS Extension). Disponível em: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/PD005>. Acesso em: 15 jun. 2020.

KERSTEN, R.; GALVÃO, F. Suficiência amostral em inventários florísticos e fitossociológicos. In: FELFILI, J. M.; Eisenlohr, P. V.; Melo, M. M. da R. F. de (org.). **Fitossociologia no Brasil**: métodos e estudos de casos. Viçosa, MG: UFV, 2011. p. 156-173.

LIANG, F.; CHENG, Y.; SONG, Q.; PARK, J.; YANG, P. A resampling-based stochastic approximation method for analysis of large geostatistical data. **Journal of the American Statistical Association**, v. 108, n. 501, p. 325-339, 2013.

MANZANO, J. A. N. **Estudo Dirigido de Microsoft® Excel 2016**: avançado. São Paulo: Saraiva Educação, 2015.

MINITAB®. **Statistical Software**. [computer program], version 16. State College: Minitab Inc, 2010.

NEUTZLING, A. S.; DOSSA, L. H.; SCHLECHT, E. Production and milk marketing strategies of small-scale dairy farmers in the South of Rio Grande do Sul, Brazil. **Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics (JARTS)**, v. 118, n. 2, p. 283-295, 2017.

PÉLLICO-NETTO, S.; SANQUETTA, C. R. Ganhos de precisão na alocação ótima em estratificação volumétrica de florestas naturais e plantações florestais. **Floresta**, v. 27, n. 1/2, p. 71-82, 1997.

PELLEGRINI, L.; TASCIOTTI, L. Crop diversification, dietary diversity and agricultural income: empirical evidence from eight developing countries. **Canadian Journal of Development Studies/Revue canadienne d'études du développement**, v. 35, n. 2, p. 211-227, 2014.

PILLAR, V. D. Suficiência amostral. In: BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. (ed.). **Amostragem em Limnologia**. São Carlos: Editora Rima, 2004. p. 25-43.

RAJ, D. **Sampling theory**. 3 ed. New Delhi: Tata Mc-Graw-Hill, 1976. 302 p.

RAO, P. S. R. S. **Sampling methodologies**: with applications. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2000. 311 p.

ROCHA, D. T.; CARVALHO, G.; RESENDE, J. C. de. Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2020. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 123).

RÖDIGER, S.; FRIEDRICHSMIEIER, T.; KAPAT, P.; MICHALKE, M. Rkward: a comprehensive graphical user interface and integrated development environment for statistical analysis with R. **Journal of Statistical Software**, v. 49, n. 9, p. 1-34, 2012.

SAS Institute. **SAS v. 9.0**. Cary: SAS Institute, 2002.

SCHILLING, A. C.; BATISTA, J. L. F. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, n. 1, p. 179-187, 2008.

SHAH, F.; WU, W. Soil and crop management strategies to ensure higher crop productivity within sustainable environments. **Sustainability**, v. 11, n. 5, p. 1485, 2019.

SUN, Y.; LI, B.; GENTON, M. G. Geostatistics for large datasets. In: **ADVANCES and challenges in space-time modelling of natural events**. Berlin: Springer, 2012.

TILLÉ, Y. **Sampling and estimation from finite populations**. New York: John Wiley & Sons, 2020. 419 p.

THE DOCUMENT FOUNDATION. **LibreOffice Calc**. Disponível em: <https://www.libreoffice.org/discover/calc/>. Acesso em: 18 ago. 2020.

YAMANE, T. **Statistics**: an introductory analysis. 3. ed. New York: Harper and Row, 1973. 1130 p.

Embrapa

Clima Temperado