

Edenir Bagio Perin

**PRADOS E CAMPINAS.  
ARQUEOLOGIA PALEOAMBIENTE E FITOGEOGRAFIA DO  
ARROIO CARÁ**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGG da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Grau de Doutor em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Accioly  
Teixeira de Oliveira

Florianópolis  
2019

Perin, Edenir Bagio

Prados e Campinas : Arqueologia Paleocambiente e Fitogeografia do Arroio Cará / Edenir Bagio Perin ; orientador, Marcelo Accioly Teixeira de Oliveira, 2019.

172 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Geografia. 2. Arqueologia Jê Meridional. 3. Palinologia. 4. Fitogeografia. 5. Planalto Catarinense. I. Oliveira, Marcelo Accioly Teixeira de. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

**Edenir Bagio Perin**

**Prados e Campinas. Arqueologia Paleoambiente e  
Fitogeografia do Arroio Cará**

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do  
Título de “Doutor em Geografia”, e aprovada em sua forma  
final pelo Programa de Pós-graduação em Geografia.

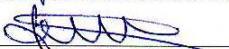
Florianópolis, 11 de março de 2019.

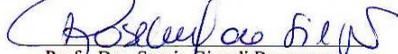
  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Rosemy da Silva Nascimento  
Coordenadora do PPGG/UFSC

**Banca Examinadora:**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marcelo Accioly Teixeira de Oliveira  
Universidade Federal de Santa Catarina

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Francisco Henrique de Oliveira  
Universidade do Estado de Santa Catarina

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Jairo Valdati  
Universidade do Estado de Santa Catarina

  
\_\_\_\_\_  
Prof.ª. Dra. Soraia Girardi Bauermann  
Universidade Luterana do Brasil (Videoconferência)

  
\_\_\_\_\_  
Prof.ª. Dra. Mirian Carbonera  
Universidade Comunitária da Região de Chapecó



Este trabalho é dedicado aos meus queridos pais.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Professor Dr. Marcelo Accioly Teixeira de Oliveira pela dedicada orientação do presente trabalho. Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGG/UFSC), pela oportunidade que me foi dada para desenvolver esta pesquisa.

À professora Dra. Gisele Leite de Lima, pela orientação durante todas as etapas de desenvolvimento da pesquisa palinológica. À arqueóloga Dra. Ana Lucia Herberts, pela colaboração durante o desenvolvimento da pesquisa arqueológica e pelas várias sugestões de leitura que contribuíram para a organização e coleta dos dados.

Aos pesquisadores do Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM), Dr. Angelo Mendes Massignam, Dra. Cristina Pandolfo, Dr. Wilian da Silva Rice e em especial ao Dr. Luiz Fernando de Novaes Vianna pela disponibilização das ferramentas estatísticas e pela orientação com os dados espaciais utilizados.

Ao professor Dr. Adolfo Lino Araújo e ao Arq. Fabiano Teixeira dos Santos, pelo auxílio nas atividades desenvolvidas em campo. Agradeço também às Geógrafas Manoella Souza Soares e Taísa Comerlato, pelos textos e dados espaciais compartilhados, e à Professora Dra. Edna Lindaura Luiz, pelo incentivo em continuar minha formação acadêmica.

Sou imensamente grato aos meus queridos pais, Dona Luiza e Seu Raimundo, pela compreensão e incentivo. Foi com enorme esforço, dedicação, e também por contar com o suporte de todos que consegui concluir o presente trabalho. Obrigado a todos pelo incentivo e apoio durante todos esses anos!



Todos que se iniciam no conhecimento das ciências da natureza – mais cedo ou mais tarde, por um caminho ou por outro – atingem a idéia de que paisagem é sempre uma herança. Na verdade, ela é herança em todo sentido da palavra: herança de processos fisiográficos e biológicos, e patrimônio coletivo dos povos que as herdaram como território de atuação de suas comunidades.

Aziz Nacib Ab'Saber, 2003



## RESUMO

Informações paleoambientais de registros palinológicos do Planalto Sul Brasileiro indicam que durante o Holoceno Inferior e Médio as terras altas meridionais eram dominadas por formações campestres que passam por um processo paulatino de substituição por Floresta com Araucária, até então restrita a refúgios nos vales dos rios maiores. Essa substituição inicia há aproximadamente 3,2 ka AP, e em Santa Catarina intensifica-se entorno de 1 ka AP. Tal processo deveria ter culminado na completa substituição das áreas campestres por florestas, impulsionada pelo manejo do ecossistema florestal por grupos pré-coloniais. Contudo, ainda existem grandes núcleos campestres que resistiram como relictos da paisagem do último máximo glacial. Este trabalho investiga o problema por intermédio do estudo palinológico de um registro sedimentar datado de 6,9 ka AP; da cronologia de estruturas remanescentes de uma ocupação arqueológica e da distribuição da cobertura vegetal com índices topográficos e edáficos da bacia hidrográfica do Arroio Cará, situada no maior núcleo campestre do Planalto Catarinense, ao sul da cidade de Lages. Os resultados indicam que a paisagem da bacia foi dominada por campos desde 6,9 ka AP, com presença esparsa de elementos florestais. A cronologia das estruturas arqueológicas investigadas indica a presença de grupos Jê meridionais no alto curso do Arroio Cará, desde 1.400 anos AP. A análise de componentes principais e a variabilidade entre os índices nas classes fitogeográficas indica que matas galeria estão associadas com valores maiores de declividade, profundidade do solo e curvatura do perfil, ocupando também as áreas de menor altitude na bacia e com menos insolação. Bosques ou capões ocupam áreas com valores maiores para curvatura do perfil e posição topográfica, as elevações locais, colinas e áreas melhor drenadas. A distribuição espacial das classes fitogeográficas também permite concluir que o principal fator restritivo à expansão da Floresta com Araucária parece estar relacionado à ocorrência frequente de banhados nas áreas mais altas, com solo pouco profundo, onde a umidade e a proximidade do lençol freático da superfície do terreno, limita o estabelecimento da floresta. O manejo da floresta, se realizado pelos grupos Jê que ocuparam a área, não implicou em significativa expansão da floresta na bacia, que continuou restrita aos terrenos mais baixos, ao longo de galerias e grotões onde os terrenos são melhor drenados.

**Palavras-chave:** Campos. Cronologia Jê meridional. Floresta com Araucária.



## ABSTRACT

Paleoenvironmental information obtained from pollen records of the southern Brazilian Plateau indicate that during the lower and middle Holocene the southern highlands were dominated by grasslands that undergo a gradual process of substitution by Forest with Araucária, until then restricted to refuges in the valleys of the larger rivers. This substitution starts at approximately 3.2 ka BP and in Santa Catarina State intensifies around 1.000 BP. This process should have culminated in the complete replacement of grassland by the forest ecosystem management by pre-columbian groups. However, there are still large clusters that have resisted as relics of the landscape of last glacial maximum, possibly conditioned to environmental factors. This work investigates this problem through the palynological study of a sedimentary record dated 6.9 ka AP; the chronology of the remaining structures of an archaeological occupation and the distribution of the vegetation cover with topographical and edaphic indexes of the Arroio Cará basin, located in the largest grassland area of Santa Catarina Plateau, south of Lages city. The results indicate that the landscape of the basin was dominated by grasslands from 6.9 ka BP, with sparse presence of forest elements. The chronology of the archaeological structures investigated indicates the presence of southern Jê groups in the upper course of Arroio Cará, from 1.400 BP. The analysis of main components and a variability among the domains in the phytogeographic classes indicates that the gallery forests are associated with larger dimensions of slope, the depth of the soil and the profile curvature, also occupying the areas of lower altitude in the basin and with less insolation. Forest fragments occupy areas with higher values for profile curvature and topographic position, such as local elevations, and hills, better drained areas. The spatial distribution of the phytogeographic classes also allows us to conclude that the main restrictive factor to the expansion of the Araucaria Forest seems to be related to the frequent occurrence of plots in the higher areas, with shallow soil, where the humidity and the proximity of the surface water terrain, limits the establishment of the forest. The management of the forest, if carried out by the Jê groups that occupied the area, did not imply a significant expansion of the forest in the basin, which continued to be restricted to the lower lands, along galleries and where the lands are better drained.

**Keywords:** Grasslands. Jê meridional chronology. Forest with Araucaria.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina.....	39
Figura 2. Localização das estruturas subterrâneas que formam os sítios arqueológicos Fazenda Bananeiras I (SCPQ17) e Fazenda Bananeiras II (SCPQ18) e do Testemunho sedimentar da Fazenda Bananeiras.....	42
Figura 3 – Campos com capões e bosques de pinhais no alto curso do Arroio Cará.....	45
Figura 4 – Ortofotos do Estado de Santa Catarina para a área da bacia hidrográfica do Arroio Cará.....	47
Figura 5 – Localização da bacia hidrográfica do Arroio Cará.....	48
Figura 6 - Localização do testemunho Fazenda Bananeiras.....	52
Figura 7 - Paisagem dominada por campos no alto curso do Arroio Cará.....	53
Figura 8 - Mapa fitogeográfico de Santa Catarina.....	54
Figura 9 - Distribuição de turfeiras situadas em cabeceiras de drenagem - Coxilha Rica.....	55
Figura 10 - Localização do testemunho da Fazenda Bananeiras - core.....	56
Figura 11 - Modelo de profundidades do depósito em função do tempo para o testemunho da Fazenda Bananeiras, com base em três datações <sup>14</sup> C.....	58
Figura 12 - Diagrama palinológico de percentagem.....	63
Figura 13 - Percentual de palinomorfos relacionados à floresta no testemunho - Fazenda Bananeiras.....	63
Figura 14 - Diversidade de grãos de pólen e esporos do testemunho Fazenda Bananeiras.....	68
Figura 15 - Localização dos depósitos com pesquisas palinológicas no Estado de Santa Catarina, conforme Behling (1995), Lima (2010) e Jeske-Pieruschka <i>et al.</i> (2012).....	70
Figura 16 - Perfis topográficos com a implantação dos depósitos com pesquisas palinológicas no Estado de Santa Catarina.....	70
Figura 17 - Representação de uma estrutura subterrânea ( <i>pit house</i> ) com três esteios centrais de sustentação do telhado.....	83
Figura 18 - Sepultura circular Kaingang.....	84
Figura 19 - Localização dos sítios arqueológicos estudados.....	93
Figura 20 - A – Modelo Digital de Elevação da bacia hidrográfica do Arroio Cará e localização dos sítios arqueológicos identificados por Caldarelli e Herberts (2004); B – Planta topográfica e localização das estruturas subterrâneas que compõem os sítios arqueológicos SC.PQ.17 e SC.PQ.18; C – Perfil topográfico da bacia do Arroio Cará; D – Perfil topográfico de implantação dos sítios SC.PQ.17 e SC.PQ.18.....	95

Figura 21 - Gráficos de distribuição do peso de madeira carbonizada identificada nas sondagens.....	96
Figura 22 - 1) Implantação dos sítios arqueológicos SC.PQ.17 e SC.PQ.18 suprimida a vegetação do bosque de pinheiros que ocupa sua área. Adaptada da ilustração original de Philipe Sidartha Razeira; 2) Corte representativo do contexto onde foram obtidas as amostras de carvão datadas na estrutura C do sítio SC.PQ.18. Medidas de altitude conforme Oliveira (2012); 3) Face externa e interna do fragmento cerâmico recolhido. ....	98
Figura 23 - Datas cal BC/AD disponíveis para os sítios Jê do sul. Elaborado com o software Calib 7.0.4.....	99
Figura 24 - Datas cal AD para montículos e aterros geométricos. Elaborado com o software Calib 7.0.4.....	100
Figura 25 - Interpolação das datas regionalmente mais recuadas para a ocupação Jê no Brasil meridional. ....	102
Figura 26 - Localização dos sítios arqueológicos com datas em <sup>14</sup> C próximas ao horizonte cronológico do sítio SC.PQ.18. ....	103
Figura 27 - Famílias linguísticas cartografadas por Curt Nimuendaju na porção sul do Planalto Catarinense e nordeste do Planalto Rio-Grandense. ....	104
Figura 28 - Cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Arroio Cará..	122
Figura 29 - Cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Arroio Cará: (A) campos, (B) banhados (C) matas galeria e (D) capões ou bosques de pinhais.....	123
Figura 30. Ortofotos da bacia hidrográfica do Arroio Cará: (A) campos, (B) banhados (C) matas galeria e (D) capões ou bosques de pinhais..	123
Figura 31 - Índices topográficos da bacia do Arroio Cará: Altitude (Elevation), Declividade (Slope), Rugosidade (Roughness), Umidade (Twi), Insolação no verão (Inss), Insolação no inverno (Insw), Posição topográfica (Tpi), Curvatura do perfil (Cprofile), Curvatura plana (Cplan), Distância dos canais (Distance), Profundidade do solo (Depth) e Teor de carbono orgânico no solo (Fine).....	131
Figura 32 - Análise PCA por intermédio de 6.981 pontos randômicos para os grupos: 1- campos (Cp), 2 - bosques ou capões (Bo), 3 - mata galeria (Mc) e 4 – banhado (Bn).....	134
Figura 33 - Gráficos Box Plots dos índices topográficos e edáficos da bacia hidrográfica do Arroio Cará: Elevation, Slope, Roughness, Twi, Inss, Insw, Tpi, Distance, Depth, Fine, Cprofile e Cplan.....	135

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação de paisagens em níveis de grandeza temporo-espaciais proposta por Bertrand (1968).....	30
Tabela 2. Característica da Geofácies Planalto Central do Geossistema Planalto dos Campos Gerais, conforme Veado e Toppmair (2001).....	31
Tabela 3 – Classes de formas e relações entre o eixo polar (P) e a largura total (E) dos grãos de pólen em vista equatorial quando uma das aberturas cai exatamente no centro. ....	32
Tabela 4 - Classes de pólen a partir dos seus tamanhos. ....	33
Tabela 5 – Extensão original das regiões fitoecológicas em Santa Catarina, conforme Klein (1978).....	37
Tabela 6 – Síntese dos resultados (paleoambientais) obtidos para as áreas de campo no sul do Brasil. ....	38
Tabela 7 – Sítios arqueológicos mapeados na bacia hidrográfica do Arroio Cará. ....	46
Tabela 8 - Cronologia do testemunho Fazenda Bananeiras obtida por intermédio de datações radiocarbônicas.....	58
Tabela 9 - Síntese dos atributos ecológicos e agrupamento dos grãos de pólen e esporos identificados no estudo do testemunho da Fazenda Bananeiras. ....	66
Tabela 10 - Datas em <sup>14</sup> C e TL disponíveis para os sítios Jê no estado do Paraná.....	89
Tabela 11 - Datas em <sup>14</sup> C disponíveis para os sítios Jê no estado de Santa Catarina. ....	89
Tabela 12 - Datas em <sup>14</sup> C e TL disponíveis para os sítios Jê no estado do Rio Grande do Sul. ....	91
Tabela 13 - Localização e dimensões das estruturas arqueológicas identificadas nos sítios SC.PQ.17 e SC.PQ.18.....	95
Tabela 14 - Idades em <sup>14</sup> C - AMS, obtidas nos sítios arqueológicos Fazenda Bananeiras I - SC.PQ.17 e Fazenda Bananeiras II - SC.PQ.18. ....	97
Tabela 15 - Nome, sigla, formato e resolução planimétrica em metros das variáveis topográficas da bacia hidrográfica do Arroio Cará. ....	125
Tabela 16 - Nome, fonte e método utilizado para geração dos índices topográficos da bacia hidrográfica do Arroio Cará. ....	125
Tabela 17 - Estatística descritiva, média (mean), desvio padrão (sd), mediana (median), mínimos (min), máximos (max), alcance (range) e coeficiente de variação (cv) dos índices de terreno da bacia hidrográfica do Arroio Cará.....	129
Tabela 18 - Matriz de correlação dos índices topográficos e edáficos. ....	132

Tabela 19 - Análise de componentes principais (PCA). .....	133
Tabela 20 - Carga das variáveis por componente principal .....	133

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ACP – Análise de componentes principais  
AD – *Anno Domini*  
ARCA – Arqueologia e Paleoambiente do Arroio Cará  
AP – Antes do presente (1950)  
BA-1 – Fase ambiental Bananeiras 1  
BA-2 – Fase ambiental Bananeiras 2  
BC – Before Christ  
Core – Testemunho sedimentar da Fazenda Bananeiras  
Cprofile – Curvatura do perfil  
Cplan – Curvatura plana  
C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub> – Anidrido Acético  
Depth – Profundidade do solo  
HCl – Ácido Clorídrico  
HF – Ácido Fluorídrico  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – Ácido Sulfúrico  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IDW – Inverse Distance Weighting  
Inss – Insolação no período do verão  
Insw – Insolação no período do inverno  
Ka – *Kilo annum*  
KOH – Hidróxido de Potássio  
PEST – Parque Estadual da Serra do Tabuleiro  
PRONAPA – Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas  
RS – Rio Grande do Sul  
SC – Santa Catarina  
SC.PQ.17 – Sítio Arqueológico Fazenda Bananeiras 1 ou Pai Querê 17  
SC.PQ.18 – Sítio Arqueológico Fazenda Bananeiras 2 ou Pai Querê 18  
SDS – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina  
SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas  
SRTM - Shuttle Radar Topography Mission  
Tpi - Topographic Position Index  
Twi – Topographic wetness index  
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>23</b>
1.1 OBJETIVOS .....	26
<b>1.1.1 Geral .....</b>	<b>26</b>
1.1.1.1 Objetivos Específicos .....	26
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	27
<b>2 PRADOS, CAMPINAS E O CONCEITO DE PAISAGEM.....</b>	<b>29</b>
2.1 PALINOLOGIA E GRÃOS DE PÓLEN.....	31
2.2 ARQUEOLOGIA DOS GRUPOS JÊ MERIDIONAIS.....	34
2.3 FITOGEOGRAFIA.....	36
<b>3 ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>41</b>
3.1 GEOLOGIA .....	42
3.2 GEOMORFOLOGIA.....	43
3.3 VEGETAÇÃO .....	44
3.4 SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS .....	46
<b>4 ANÁLISE PALINOLÓGICA DE SEDIMENTOS TURFOSOS HOLOCÊNICOS DO ALTO CURSO DO ARROIO CARÁ - COXILHA RICA - SANTA CATARINA – BRASIL. ....</b>	<b>49</b>
4.1 INTRODUÇÃO .....	49
4.2 ASPECTOS FISIOGRAFICOS .....	51
4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	56
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	57
<b>4.4.1 Descrição do testemunho sedimentar.....</b>	<b>57</b>
<b>4.4.2 Descrição do diagrama palinológico .....</b>	<b>58</b>
<b>4.4.3 O registro paleoambiental estudado .....</b>	<b>65</b>
<b>4.4.4 Continentalidade e registros palinológicos no Estado de Santa Catarina .....</b>	<b>68</b>
4.5 CONCLUSÕES .....	71
4.6 REFERÊNCIAS.....	72
<b>5 CRONOLOGIA JÊ MERIDIONAL E OS NOVOS DADOS PARA O ALTO CURSO DO ARROIO CARÁ - COXILHA RICA, LAGES, SC .....</b>	<b>79</b>
5.1 INTRODUÇÃO .....	79

5.2	CULTURA MATERIAL .....	81
5.3	TIPOLOGIA .....	83
5.4	PADRÃO DE ASSENTAMENTO.....	86
5.5	CRONOLOGIA .....	88
5.6	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	93
5.7	RESULTADOS .....	94
5.8	DISCUSSÃO .....	98
5.9	CONCLUSÃO.....	105
5.10	REFERÊNCIAS.....	106
<b>6</b>	<b>INFLUÊNCIA DOS ÍNDICES TOPOGRÁFICOS E EDÁFICOS NA DISTRIBUIÇÃO DA FLORESTA COM ARAUCÁRIA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CARÁ, COXILHA RICA, SANTA CATARINA, BRASIL.....</b>	<b>119</b>
6.1	INTRODUÇÃO .....	119
6.2	BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CARÁ.....	121
6.3	MATERIAIS E MÉTODOS .....	124
<b>6.3.1</b>	<b>Mapeamento da cobertura do solo.....</b>	<b>124</b>
<b>6.3.2</b>	<b>Índices topográficos.....</b>	<b>124</b>
<b>6.3.3</b>	<b>Análises estatísticas .....</b>	<b>127</b>
6.4	RESULTADOS .....	128
<b>6.4.1</b>	<b>Fitogeografia.....</b>	<b>128</b>
<b>6.4.2</b>	<b>Distribuição e variação dos índices topográficos e edáficos.....</b>	<b>129</b>
<b>6.4.3</b>	<b>Índices topográficos com maior influência na distribuição espacial das classes.....</b>	<b>131</b>
6.4.3.1	Matriz de correlação dos índices topográficos e edáficos. ....	131
6.4.3.2	Análise de Componentes Principais (PCA).....	132
6.5	CONCLUSÕES .....	136
6.6	REFERÊNCIAS.....	137
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES SOBRE O SIGNIFICADO AMBIENTAL DOS RESULTADOS DA PESQUISA.....</b>	<b>143</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>147</b>
	<b>APÊNDICE A – Modelo de fichas de sondagem.....</b>	<b>170</b>
	<b>APÊNDICE B – Análise de variância .....</b>	<b>171</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Planalto dos Campos Gerais no sul do Brasil é marcado por mosaico de campos e Floresta com Araucária que ocorre em manchas isoladas e em matas galerias que acompanham o curso dos principais rios. Essa vegetação campestre que já foi chamada de savana subtropical, apresenta certo aspecto natural em algumas regiões menos degradadas, como na área nuclear do território cultural da Coxilha Rica, na porção sul do município de Lages e nas cabeceiras do Rio Pelotas. Tal “originalidade ecológica” está relacionada principalmente ao isolamento geográfico do território e ao aproveitamento histórico dos campos naturais para pecuária extensiva, que não exigiu alterações significativas da paisagem.

Essa paisagem em mosaico é uma herança das oscilações climáticas ocorridas durante o período Quaternário, estando principalmente associada ao aumento da temperatura e da umidade no Holoceno, que teve início há aproximadamente 11.500 anos. A vegetação campestre ocorreu em extensas áreas do Planalto Meridional em estágios interglaciais do Holoceno Inferior a Médio em fases mais frias e secas, permanecendo em grandes áreas nucleares até o Holoceno Superior, como tem sido revelado nos registros palinológicos (BEHLING *et al.*, 2012).

O registro palinológico estudado por Oliveira *et al.* (2008) em contexto estratigráfico na localidade de Cerro do Touro, em Campo Alegre, no Planalto Norte de Santa Catarina, indica a existência de duas zonas palinológicas para o final do Pleistoceno, uma anterior e outra posterior a 12.000 anos AP. Na primeira zona palinológica predominam elementos relacionados à vegetação de campo, com destaque para a família Poaceae. Na segunda ocorre aumento na concentração de grãos de pólen de espécies de mata galeria, como a *Weinmannia* e da família Myrtaceae, juntamente com a retração da representatividade de *táxons* de vegetação herbácea.

Dados palinológicos obtidos por Behling *et al.* (2001) em testemunhos da região de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, indicam que a expansão da Floresta com Araucária no planalto meridional teve início há aproximadamente 3.200 anos AP com a migração de matas galeria ao longo dos rios principais, como os rios Pelotas e Uruguai, alcançando as terras altas de Santa Catarina. A franca expansão da floresta sobre áreas de campos ocorreu no estado, a aproximadamente 1.000 anos AP (BEHLING, *et al.*, 2001). Essa expansão de matas galeria para os terrenos mais elevados estaria associada ao aumento da temperatura e da umidade no último milênio, e poderia ter culminado na completa substituição das áreas campestres pelas florestas. O que não ocorreu.

A permanência de grandes núcleos campestres, preservados até hoje, pode estar relacionada à ação do fogo e à extinção dos grandes herbívoros pastadores do Pleistoceno (KERN, 1991). O longo período transcorrido desde a extinção da Megafauna do Pleistoceno, entre 10.000 e 6.000 anos AP, e a introdução do gado bovino pelas missões jesuítas no século XVII, pode ter permitido o crescimento das gramíneas e a consequente ocorrência periódica de queimadas. Dessa forma, a ação do fogo sobre áreas pioneiras de expansão florestal pode ter dificultado a completa substituição das áreas campestres (BEHLING *et al.*, 2012). Contudo, as poucas informações disponíveis até o momento não permitem testar adequadamente a hipótese.

Nesse ínterim, pesquisas arqueológicas realizadas no Planalto Meridional Brasileiro registram com segurança a ocorrência de ocupações pré-coloniais relacionadas às tradições arqueológicas Taquara-Itararé, que ultrapassam dois milênios. Em um longo processo histórico, tais ocupações foram se diversificando e expandindo paulatinamente até o período colonial. Esse contexto arqueológico é atribuído principalmente a sítios remanescentes de grupos do tronco linguístico macro-Jê (Kaingang e Xokleng para o Brasil meridional, Ingain e Kindá para o Alto Paraná) e de seus ancestrais proto-Jê (URBAN, 1998, JOLKESKY, 2010). As datações obtidas em estruturas arqueológicas relacionadas a esses grupos documentam o processo contínuo e complexo das ocupações humanas pré-históricas no Brasil meridional, coevo às mudanças ambientais ocorridas durante o Holoceno Superior, entre as quais a expansão da Floresta com Araucária constitui a principal alteração da paisagem.

A ocupação da região planáltica por esses grupos está fortemente associada, e coincide com o avanço da Floresta com Araucária no final do Holoceno, há aproximadamente 1.400 anos AP. Por volta de 900 anos AP os sítios arqueológicos também aumentaram em número e diversificaram sua tipologia. A expansão dos povos ceramistas falantes da língua Jê pelo planalto também foi sustentada por práticas de horticultura/agricultura, que garantiram maior estabilidade para as aldeias, permitindo ocupações longas e estáveis e que geraram um território geograficamente delimitado, conforme dados de Corteletti (2012) e projeções cartográficas de Noelli (2004) e Noelli e Souza (2017). A partir do último milênio, o território Jê passa a ser marcado também pelo aparecimento de complexos monumentais murados, como contraponto às recentes ocupações Tupi-Guarani nos vales dos grandes rios do planalto, como o Uruguai (SOUZA *et al.*, 2016).

Nesse recorte cronológico surgem aldeias com numerosas estruturas subterrâneas (*pithouse*), semi-subterrâneas e elaborados centros cerimoniais sob a forma de montículos (*mounds*) e aterros geométricos (IRIARTE e BEHLING, 2007; BITENCOURT e KRAUSPENHAR, 2006). O recurso energético que passa a estar disponível com as sementes de Araucária parece ter desempenhado um papel importante na subsistência dos grupos, permitindo sua expansão espacial e demográfica pelo planalto de forma permanente a partir de então (IRIARTE e BEHLING, 2007).

Conforme Bitencourt e Krauspenhar (2006) e Copé (2015), a Araucária necessita de agentes dispersores para se expandir, como aves, animais e mesmo o homem. A questão climática é apontada como a principal causa, mas a circulação de grupos humanos pré-coloniais e suas estratégias de manejo, manutenção e controle do sub-bosque por intermédio da coleta e consumo das sementes, contribuíram e impulsionaram a dispersão da espécie. Questão que recentemente parece ter sido comprovada por Robinson *et al.* (2018).

Nesse sentido, a permanência dos grandes núcleos campestres até o Holoceno superior, pode estar relacionada à ausência de ocupações humanas suficientemente recuadas e extensas cronologicamente na região, a ponto de suas estratégias de manejo do ecossistema florestal não terem sido praticadas durante o tempo necessário para serem efetivas na expansão da floresta sobre as áreas campestres.

As variações climáticas do Holoceno Superior, somadas à paulatina ocupação e interferência dos povos ameríndios nos ecossistemas das terras altas ao longo do último milênio, moldaram a paisagem tão característica do planalto meridional brasileiro. Porém, essa paisagem guarda ainda hoje grandes núcleos campestres que não deveriam ter resistido frente ao aumento da temperatura e ao manejo do ecossistema florestal realizado aqui, durante mais de um milênio pelos grupos Jê meridionais. Esse é o problema de investigação da presente pesquisa.

Dados os fatores relacionados à expansão da Floresta com Araucária e às populações pré-históricas, surgem as perguntas deste trabalho: Por que parte da paisagem do Planalto dos Campos Gerais se manteve dominada por campos até o Holoceno Superior? Quais fatores, ambientais ou antrópicos, podem ter influenciado sua manutenção? É possível identificar esses fatores por intermédio da investigação interdisciplinar entre Palinologia, Arqueologia e Fitogeografia?

Situada na região nuclear do Planalto dos Campos Gerais, ao sul de Lages, a bacia hidrográfica do Arroio Cará constitui uma das porções

do planalto onde o processo de expansão da Floresta com Araucária foi tardio em relação aos vales dos rios maiores, dada sua distribuição atual, que está restrita a pequenos vales e manchas isoladas. Considerando a coexistência de depósitos sedimentares turfosos que permitem acessar parte do passado ecológico regional, e a ocorrência de sítios arqueológicos relacionados a grupos Jê meridionais, sua área foi escolhida para investigar o problema apresentado nesta pesquisa.

Os ecossistemas que são objeto da presente pesquisa, ainda hoje possuem importância econômica. Tanto o uso dos campos naturais para pecuária extensiva como a coleta anual das sementes de *Araucaria angustifolia*, constituem uma importante fonte de renda para populações locais. Além da pesquisa científica básica, o presente estudo possibilita definir alguns parâmetros físicos e evolutivos desses ecossistemas, definições que são fundamentais para planejar e executar estratégias eficazes para a sua manutenção e preservação.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Geral

Identificar se a atual permanência de extensas áreas campestres na bacia hidrográfica do Arroio Cará resulta da ausência de ocupações humanas pré-coloniais suficientemente recuadas e cronologicamente extensas, ou se está relacionada à variação espacial dos índices morfométricos de terreno característicos do Planalto dos Campos Gerais. Esse objetivo geral impõe a necessidade de três objetivos específicos distintos:

#### 1.1.1.1 Objetivos Específicos

- Identificar e descrever o significado ambiental das principais famílias, gêneros e espécies dos palinórfos preservados no registro palinológico sedimentar da Fazenda Bananeiras, na bacia do Arroio Cará.
- Estabelecer quadro geral dos dados cronológicos disponíveis para os sítios arqueológicos relacionados aos grupos Jê meridionais e situar cronologicamente os sítios arqueológicos conhecidos na bacia hidrográfica do Arroio Cará, por intermédio de datações radiocarbônicas.

- Identificar os componentes fitogeográficos da bacia hidrográfica do Arroio Cará e quais os índices de terreno de maior influência na distribuição espacial da Floresta com Araucária.

## 1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Após a introdução geral, o segundo capítulo, tem o objetivo de apresentar a revisão teórica sobre os principais eixos do trabalho: Paleoambiente, Arqueologia Jê Meridional e Fitogeografia do Planalto Catarinense. O terceiro capítulo descreve o quadro geográfico da área de estudo, onde são apresentadas e descritas as informações ambientais da bacia hidrográfica do Arroio Cará, como geologia, geomorfologia, vegetação e dados arqueológicos.

Os capítulos quarto, quinto e sexto, apresentam o desenvolvimento do trabalho, sistematizado em três textos que seguem o formato de artigo científico, nos quais ficam explicitados: problemática, método, resultados, discussões e conclusões específicas a cada tema abordado. A sequência dos temas foi ordenada de modo a realizar a demonstração da tese.

O quarto capítulo aborda a história natural do território Cultural da Coxilha Rica nos últimos 6,9 ka AP, por intermédio do estudo do registro palinológico do testemunho sedimentar da Fazenda Bananeiras.

No capítulo quinto, é investigada a ocupação arqueológica da bacia hidrográfica, na busca por dados cronológicos sobre a ocupação pré-colonial da área de estudo. Esse capítulo apresenta as idades em  $^{14}\text{C}$  obtidas em dois sítios arqueológicos relacionados aos grupos Jê meridionais que foram investigados. O sexto capítulo trata da utilização de índices morfométricos ecologicamente importantes, e testes estatísticos para explorar a relação da distribuição espacial da floresta com Araucária e alguns aspectos fisiográficos da bacia do Arroio Cará, com o objetivo de entender sua distribuição espacial na área da bacia.

No sétimo capítulo, são retomadas as três abordagens anteriores, e em um esforço de síntese, busca-se responder o problema de pesquisa. Neste ponto conclusivo é apresentada uma explicação lógica, amparada nos resultados dos trabalhos específicos para a permanência da vegetação campestre como cobertura vegetal dominante na bacia hidrográfica do Arroio Cará até o Holoceno Superior.



## 2 PRADOS, CAMPINAS E O CONCEITO DE PAISAGEM

As pesquisas científicas no campo da Geografia devem investigar uma das suas principais categorias: paisagem, território, região ou lugar. O desenvolvimento deste trabalho está sustentado sobre o conceito de paisagem, uma das mais antigas abordagens geográficas.

Inicialmente o conceito de paisagem foi muito associado às ciências naturais e a paisagem era definida pelas diferenças e características dos elementos físicos, como relevo, plantas e solos, principalmente pela escola alemã. A definição passou também pela diferenciação entre paisagem natural e paisagem cultural ou humanizada, espaços humanos e rurais.

Bertrand (1968) no esboço metodológico “Paisagem e Geografia Física Global” define a paisagem como um segmento do espaço, que é resultado da combinação dinâmica e instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que reagem dialeticamente uns sobre os outros e fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

A taxonomia proposta por Bertrand (1968) para sintetizar as paisagens considera três critérios principais: 1) sua delimitação deve ser considerada como um meio de aproximação em relação à realidade geográfica; 2) a divisão direta da paisagem global tal qual como se apresenta e 3) a classificação das paisagens deve ser realizada de acordo com a escala e em uma perspectiva temporal e espacial. O sistema de classificação proposto apresenta seis níveis temporo-espaciais: zona, domínio, região, geossistema, geofácies e geótopo (Tabela 1).

O conceito de zona está ligado a zonalidade planetária. É representada por conjuntos de primeira grandeza, definidos em função do clima e dos biomas. O domínio constitui uma unidade de segunda grandeza, onde deve ser possível agrupar paisagens individualizadas. A região natural, está situada entre a terceira e quarta grandes, como uma frente montanhosa, um andar biogeográfico ou os limites de uma floresta (BERTRAND, 1968).

O geossistema é caracterizado por uma certa unidade fisionômica e por uma forte unidade ecológica e biológica, situa-se entre a quarta e quinta grandeza e pode compreender até algumas centenas de quilômetros quadrados, sendo a escala onde está situada a maior parte dos elementos da paisagem que estão combinados com a atuação humana. O geótopo corresponde a uma área fisionomicamente homogênea onde se desenvolve uma mesma fase de evolução geral do geossistema. Geofácies

constituem mosaicos que traduzem fielmente interações ecológicas e biológicas (BERTRAND, 1968).

Tabela 1. Classificação de paisagens em níveis de grandeza temporo-espaciais proposta por Bertrand (1968).

<b>Unidades da Paisagem</b>	<b>Escala temporo espacial - grandeza</b>	<b>Relevo</b>	<b>Clima</b>	<b>Botânica</b>	<b>Biogeografia</b>
Zona	I		Temperado		Bioma
Domínio	II	Domínio Estrutural	Regional		
Região Natural	III - IV	Região Estrutural		Andar Série	
Geossistema	IV - V	Unidade Estrutural	Local		Zona Equipotencial
Geofácies	VI			Estádio Agrupamento	
Geótopo	VII		Microclima		Biótopo Biocenose

Fonte: Adaptado de Bertrand (1968).

O Planalto dos Campos Gerais (24.123 km<sup>2</sup>) em Santa Catarina, pode ser caracterizado com um geossistema típico<sup>1</sup>, conforme o zoneamento geográfico sistêmico proposto para o estado por Veado e Troppmair (2001). Esse geossistema é formado pela combinação geográfica entre as terras altas e as unidades fitogeográficas da Floresta Ombrófila Mista e o grande núcleo campestre que domina a paisagem regional, definindo um mosaico típico, associado às características físicas e climáticas regionais. Dentro deste geossistema, na Geofácies do Planalto Central (Tabela 2), está delimitado o recorte da área de estudo, a bacia hidrográfica do Arroio Cará.

<sup>1</sup> “Bertrand (1978), aplicando a teoria dos Geossistemas para a realidade francesa, provavelmente o fez levando em consideração as dimensões e as escalas daquele país. Refere-se, portanto, a áreas relativamente pequenas para definir Geossistemas, geofácies e geótopos” (TROPPIAIR e GALINA, 2006, p. 79).

Tabela 2. Característica da Geofácies Planalto Central do Geossistema Planalto dos Campos Gerais, conforme Veado e Troppmair (2001).

Geofácies	Geologia	Litologia	Geomorfologia	Solos	Vegetação	Usos do Solo
				Cambissolo bruno húmico álico	Campo	Primária Pasto
Planalto Central	Formação Serra Geral	Basalto	Bacias e Coberturas sedimentares	Terra bruna Terra rocha Distrófica e álica	Nebular	Primária
				Latossolo bruno – Latossolo roxo álico	Mista Campo	Primária Secundária Pasto

Fonte: Adaptado de Veado e Troppmair (2001).

A dinâmica entre campo e floresta no planalto catarinense ocorreu dentro de um geossistema, ou em suas “fronteiras”. Devido ao caráter multidisciplinar do problema de pesquisa, se faz necessária a adoção de abordagem que permita relacionar características ambientais ou físicas da área estudada e incluir nessa análise também a eventual influência antrópica sobre a composição da paisagem, considerando que essa influência teria iniciado acerca de 2.000 anos AP.

De modo a trazer respostas para as perguntas definidas na problemática de estudo, esta pesquisa procurou apoio em três áreas específicas do conhecimento científico: Palinologia, Arqueologia e Fitogeografia. A revisão específica acerca dessas áreas compõe o corpo dos artigos que formam três capítulos da tese. A seguir parte da revisão é apresentada de forma introdutória, de modo a definir com clareza os objetos de estudo abordados pela tese.

## 2.1 PALINOLOGIA E GRÃOS DE PÓLEN

A palinologia, termo criado por Hyde e Williams (1945) é caracterizada pelo estudo dos grãos de pólen que são produzidos pelas plantas superiores e também dos esporos das criptógamas. Inicialmente se limitava ao estudo da exina dos grãos de pólen e esporos de pteridófitas, mas atualmente inclui também outros materiais biológicos que podem ser estudados pela técnica (LABOURIAU, 2007).

O grão de pólen pode ser entendido como o pó fino produzido pela antera das flores. Os estudos palinológicos são direcionados ao envoltório externo dos grãos conhecido como exina. A exina é composta por uma substância muito específica conhecida como esporopolenina, que possui

grande resistência química, elasticidade, ornamentações, aberturas e outros elementos morfológicos que permitem a identificação da planta-mãe (LABOURIAU, 2007).

O grão de pólen é formado nas anteras das flores de Monocotiledôneas e Dicotiledôneas e nos sacos polínicos dos cones (estróbilos) masculinos das Gimnospermas, como pinheiros, abetos, ciprestes, araucárias, ginkgos, cicas e outros. É constituído por 20 a 50% de água; 50 % de carboidratos (frutose, glicose, sacarose); 1 a 2% de lipídios; 1,4 a 12% de amido e proteínas (globuinas, gluteminas e albuminas) (PLÁ Jr., 2006).

Os grãos de pólen podem ter de 1 a 4 aberturas, ou mais, localizadas em uma determinada zona da exina, ou distribuídas por sua superfície. É à partir da localização da abertura em um grão de pólen que é inferida sua polaridade e os diâmetros polar (P) e equatorial (E). De acordo com as dimensões do eixo polar e da largura total os grãos podem ser classificados como: peroblato, oblato, subesferoidal, suboblato, oblato esferoidal, prolato esferoidal, subprolato, prolato e perprolato (Tabela 3).

Tabela 3 – Classes de formas e relações entre o eixo polar (P) e a largura total (E) dos grãos de pólen em vista equatorial quando uma das aberturas cai exatamente no centro.

<b>Classes das formas</b>	<b>P/E</b>	<b>100. P/E</b>
Peroblato	< 4/8	< 50
Oblato	4/8 – 6/8	50 – 75
Subesferoidal	6/8 – 8/6	75 – 133
Suboblato	6/8 – 7/8	75 – 88
Oblato esferoidal	7/8 – 8/8	88 – 100
Prolato esferoidal	8/8 – 8/7	100 – 114
Subprolato	8/7 – 8/6	114 – 133
Prolato	8/6 – 8/4	133 – 200
Perprolato	> 8/4	> 200

Fonte: Erdtman (1952); Labouriau (2007).

Existem três tipos de abertura: poros, colpos e cólporos que variam individualmente. As aberturas derivam de depressões onde a exina se afina muito, permanecendo fechada antes da germinação do grão de pólen apenas por uma membrana. Nos esporos não são encontradas aberturas sendo o trilete e o monoete cicatrizes de contato entre estes, decorrentes da posição tétrade, anterior à divisão da célula-mãe do esporo (LABOURIAU, 2007).

A superfície externa da exina apresenta variação do seu relevo exibindo significativa diferença de ornamentação entre diferentes famílias, gêneros e espécies. Sob microscópio óptico, a superfície dos

grãos de pólen e esporos pode ser classificada como estriada, reticulada, pilada, rugulada, faveolada, lisa ou ter saliências como espinhos, verrugas e pilos (LABOURIAU, 2007).

Erdtman (1952) propôs uma classificação dos grãos de pólen quanto ao tamanho, tomando por referência o comprimento do eixo maior do grão de pólen ou esporo, categorizando-os em: muito pequeno, pequeno, médio, grande, muito grande e gigante (Tabela 4). Os estudos morfológicos de Reitsma (1969) e Labouriau (1973) indicam que os grãos de pólen podem mudar de tamanho após a realização de tratamento químico. Ocorrem alterações na dimensão também após a montagem das lâminas de referência. Desta forma, comparações de tamanho entre grãos de pólen necessitam de padronização dos procedimentos de preparação e montagem. Em muitos casos, a diferença de tamanho é a única forma possível para diferenciar duas espécies.

Tabela 4 - Classes de pólen a partir dos seus tamanhos.

<b>Denominação</b>	<b>Tamanho (µm)</b>
Muito pequeno	< 10
Pequeno	10 – 25
Médio	25 – 50
Grande	50 – 100
Muito grande	100 – 200
Gigante	> 200

Fonte: Barth e Melhem (1988).

O esporo é o propágulo das plantas Criptógamas (algas, musgos, samambaias, etc.), e é constituído por uma célula isolada e independente que leva dentro de si o genoma. Para estudos de paleoambiente interessam apenas esporos de pteridófitas e de algumas briófitas, possuidores de membrana externa espessa e constituída de exina. Como nos grãos de pólen, essas características proporcionam boa preservação de sua estrutura (LABOURIAU, 2007).

Como o grão de pólen e o esporo são produzidos geralmente em abundância e tem dispersão eficiente, ambos podem ser estudados pela palinologia na reconstrução dos ambientes do passado. Esse campo de estudo é chamado de Paleopalinologia - estudo dos fósseis constituídos de esporopolenina: grãos de pólen e esporos (LABOURIAU, 2007).

Investigações Paleopalinológicas têm sido aplicadas em vários estudos que objetivam identificar as oscilações ambientais. Podem ser citado o trabalho de Nebout *et al.* (2015) sobre as mudanças climáticas no mediterrâneo central e a dinâmica da vegetação na Itália; Quin *et al.* (2008) sobre as oscilações ambientais do Pleistoceno, no delta do rio

Yangtzé na China, e Ricci *et al.* (2015) sobre a bacia de Valdeza, na Toscana.

As terras altas do sul do Brasil têm sido objeto de estudos de palinologia desde a década de 1990, com o trabalho pioneiro de Behling (1995) que estudou o registro palinológico de depósitos turfosos na Serra do Rio do Rastro, Serra da Boa Vista e no Morro da Igreja, em Santa Catarina.

Desde então, outras áreas foram investigadas, com destaque para a Serra dos Campos Gerais no Paraná (BEHLING, 1997); no Rio Grande do Sul, a região de São Francisco de Paula (BEHLING *et al.*, 2001; LEONHARDT e LORSCHETER, 2010) e Cambará do Sul (BEHLING, 2004); e em Santa Catarina, o Planalto de São Bento do Sul (LIMA, 2010) e o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (OLIVEIRA *et al.*, 2006; JESKE-PIERUSCHKA *et al.*, 2012; BEHLING e OLIVEIRA, 2017).

Comumente os depósitos turfosos estudados nas terras altas meridionais apresentam registro palinológico que ultrapassa 10 ka AP, alcançando em alguns casos mais de 20 ka AP, e constitui importante registro paleoambiental regional. A reconstituição ambiental da bacia hidrográfica do Arroio Cará, objeto de estudo desta pesquisa, foi realizada por intermédio de estudos palinológicos, com a identificação de palinomorfos em um testemunho sedimentar materializado no alto curso da bacia hidrográfica do Arroio Cará, na Fazenda Bananeiras, porção Sul do município de Lages, Santa Catarina.

## 2.2 ARQUEOLOGIA DOS GRUPOS JÊ MERIDIONAIS

As reconstruções linguísticas obtidas pelo método da glotocronologia apresentadas em Guérios (1945), Davis (1966) e Jolkesky (2010) fornecem informações importantes para a Arqueologia dos grupos Jê e proto-Jê meridionais. Os dados obtidos pelo método da glotocronologia, indicam uma descendência dos grupos históricos Kaingang e Xokleng do Brasil Meridional e os extintos Ingain e Kindá do Alto Paraná, com populações que há aproximadamente 3.000 anos AP estavam estabelecidas no planalto central brasileiro, na altura das cabeceiras dos rios Araguaia e São Francisco (URBAN, 1998). Schmitz *et al.* (2009) indicam que a presença Jê nas terras altas do Sul do Brasil decorre da infiltração no território de sucessivas levas migratórias formadas por pequenos grupos que passam a ter contato e associação com populações pré-existentes.

A tipologia mais comum dos sítios arqueológicos relacionados aos grupos Jê meridionais é a de estruturas subterrâneas ou semi-subterrâneas.

Essas estruturas são caracterizadas por depressões escavadas no solo, que podem ocorrer isoladas, em pequenos grupos de um a três, ou ultrapassar uma centena, em casos excepcionais (REIS, 1980; SCHMITZ e ROGGE, 2011). A função comumente atribuída a esses sítios é de habitação, conforme projeções de La Salvia (1983). Em menor número ocorrem sítios em forma de montículos e aterros geométricos cuja função principal é funerária ou ritual, sendo atribuído também o papel de marcadores territoriais (SOUZA, 2016b).

A cerâmica constitui o principal vestígio da cultura material dos grupos Jê meridionais, sendo muito semelhante em aparência e tecnologia em sítios variados, possivelmente associada a uma mesma matriz cultural. Durante o desenvolvimento do Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas (PRONAPA), Brochado *et al.* (1968) utilizaram o conceito de tradição arqueológica, considerando a dispersão temporal, morfologia e decoração, para agrupar os vestígios em três tradições: Taquara, Itararé e Casa de Pedra. Contudo, trabalhos recentes indicam que as diferenças morfológicas na cerâmica refletem apenas estilos territoriais (SOUZA, 2009).

Sobre os assentamentos, Schmitz e Becker (1991) pressupõem a ocorrência de ocupações sazonais das terras altas, guiadas pela disponibilidade de alimentos durante o ano. Lavina (1994) sugere, com base em dados etnohistóricos, que os grupos Xokleng alternavam períodos de alta mobilidade durante a primavera e verão, quando os grupos ocupavam as encostas da Serra Geral, e períodos de baixa mobilidade durante o outono e inverno, nas terras altas do planalto. Estudos sistêmicos recentes, realizados nos vales do rio Canoas, sugerem a existência de sistemas de assentamentos regionais complexos, com indícios de práticas de horticultura e agricultura que possibilitavam a permanência dos grupos nas terras altas durante o ano todo, com baixa mobilidade (DE MASI, 2009; CORTELETTI *et al.*, 2015).

As pesquisas realizadas nas últimas décadas produziram quantidade significativa de datações por  $^{14}\text{C}$  para sítios ocupados por grupos Jês meridionais. Revisões parciais (SCHMITZ e ROGGE, 2011; PARELLADA, 2016) indicam que as estruturas subterrâneas alcançam o início da era cristã, enquanto que as estruturas funerárias, sob a forma de montículos e aterros geométricos, surgem apenas no último milênio, possivelmente como marcadores nas fronteiras dos territórios ou em resposta às migrações Guaranis que adentram pelo vale do Rio Uruguai (SOUZA, 2016).

De particular importância para o problema desta pesquisa, são as informações apresentados por Bitencourt e Krauspenhar (2006), e por

Robinson *et al.* (2018). Os dados paleoecológicos resultantes desses estudos indicam que a expansão da floresta com Araucária coincide cronologicamente com a ocupação do Planalto Meridional pelos grupos Jê Meridionais. Existem evidências cronológicas espaciais e botânicas que apontam para a possibilidade de que esses grupos realizavam manejo da Floresta ocupada, auxiliando, portanto, na dispersão da floresta.

Dessa forma, definir a cronologia dos sítios arqueológicos existentes no território da Coxilha Rica constitui informação crucial para formular explicações para a permanência da paisagem campestre na região, após 11.000 anos do final da última glaciação global. Caso os sítios arqueológicos regionais sejam resultado de ocupações recentes, isso implicaria menos tempo de manejo da floresta e o conseqüente retardamento do processo de substituição das áreas campestres por florestais. No caso contrário, associado a ocupações cronologicamente mais recuadas, permanentes e estáveis, a evidência apontaria para algum outro fator de ordem ambiental que estaria atuando como 'barreira' para a expansão da floresta.

### 2.3 FITOGEOGRAFIA

A fitogeografia é um ramo da Geografia que estuda a distribuição geográfica das plantas e vegetais (SUGUIO, 1998; GUERRA e GUERRA, 2011). Conforme proposto por Klein (1978), o Estado de Santa Catarina pode ser dividido nas seguintes regiões fitoecológicas: a da Floresta Ombrófila Densa; a da Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária; a dos Campos Naturais, a da Floresta Estacional Decidual e as regiões dominadas por manguezais e restingas litorâneas.

De acordo com Vibrans *et al.* (2013), a Floresta Ombrófila Mista estava originalmente distribuída por uma área 42.851,56 km<sup>2</sup>, segundo o mapeamento de Klein (1978), o que corresponde a 45% do estado catarinense. A Floresta Ombrófila Densa ocupava 29.282 km<sup>2</sup>; o que equivale a 30,71 % da superfície do estado. Os núcleos remanescentes de campos naturais somados correspondiam a uma área de 13.543 km<sup>2</sup>, ou 14,20% da área do estado. A área de cobertura da Floresta Estacional Decidual era de 7.670,57 km<sup>2</sup>, ou 8% da superfície de Santa Catarina. As áreas remanescentes, ocupadas por manguezais e restingas litorâneas somavam apenas 2% do estado (Tabela 5).

Tabela 5 – Extensão original das regiões fitoecológicas em Santa Catarina, conforme Klein (1978).

<b>Região Fitoecológica</b>	<b>Superfície original em km<sup>2</sup></b>	<b>Percentual da superfície do Estado</b>
Floresta Ombrófila Densa	29.282,00	30,71
Floresta Ombrófila Mista	42.851,56	44,94
Campos Naturais	13.543,00	14,20
Floresta Estacional Decidual	7.670,57	8,04
Outras (Restingas, Manguezais)	1.999,05	2,10
<b>Total</b>	<b>95.346,18</b>	<b>100</b>

Fonte: Vibrans *et al.* (2013).

De particular interesse para o presente trabalho são as regiões fitoecológicas da Floresta Ombrófila Mista e dos Campos Naturais. De acordo com Leite (1994), a vegetação característica da Floresta com Araucária é resultado da coexistência das floras tropical (afro-brasileira) e temperada (austro-brasileira), tendo sua fisionomia marcada por elementos da ordem das *coniferales* e *laurales*. Segundo Klein (1978), a Floresta com Araucária é marcada, principalmente, pela presença da *Araucaria angustifolia*, *Ocotea porosa* e *Dicksonia sellowiana*. Sua ocorrência em Santa Catarina é bem marcada a Oeste das escarpas da Serra Geral, comumente entremeada pelas formações campestres, formando os mosaicos característicos do planalto catarinense. Sua ocorrência a leste da Serra Geral é limitada a pequenos núcleos isolados nas Serras do Leste Catarinense e Serra do Mar.

Gaspar *et al.* (2013) indicam que o padrão estratificado, com diferentes padrões fisionômicos e estruturais nem sempre é bem definido, pois, muitas áreas remanescentes da floresta estão degradadas pela exploração das espécies com valor econômico e também, devido ao uso de áreas florestadas para pastejo.

As áreas campestres do Sul do Brasil podem ser consideradas relictos do clima mais frio e mais seco, condição que se estendeu praticamente durante todo o Pleistoceno Superior (período de 90.000 anos associado à última Glaciação). No Holoceno Superior, as áreas dominadas pelos campos começam a ser paulatinamente substituídas pela Floresta com Araucária, acerca de 3.000 anos AP (Tabela 6). Sua permanência até o Holoceno Superior pode estar relacionada à ocorrência periódica de queimadas (Behling *et al.*, 2009), embora seja difícil mensurar a real influência do fogo sobre esse processo.

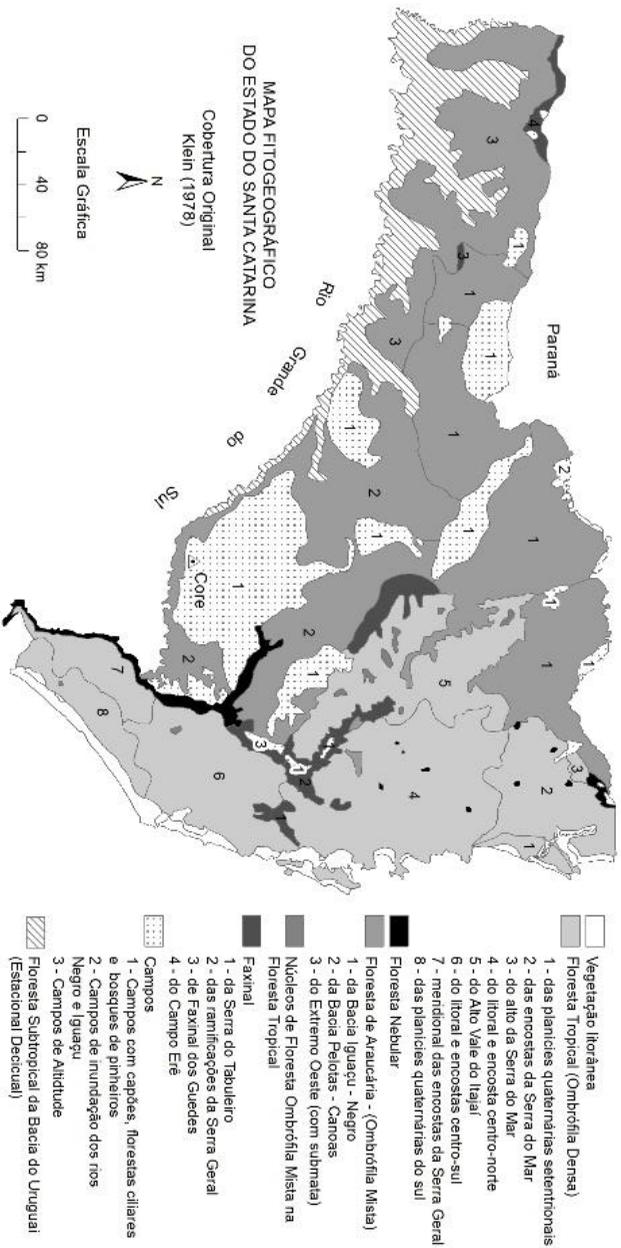
Tabela 6 – Síntese dos resultados (paleoambientais) obtidos para as áreas de campo no sul do Brasil.

<b>Era Geológica</b>	<b>Vegetação</b>	<b>Clima</b>
Último máximo glacial ~18 ka AP	Predomínio de campo	Marcadamente seco e 5 – 7 °C abaixo da temperatura atual
Pleistoceno tardio 14 – 10 ka AP	Predomínio de campo	Permanece muito seco e frio
Holoceno inferior 10 – 7,5 ka AP	Predomínio de campo	Clima seco e frio com períodos secos de ~3 meses ao ano
Holoceno médio 7,5 – 4 ka AP	Campo contínua sendo a vegetação predominante	Prevalecem as condições climáticas do Holoceno inferior
Holoceno Superior 4 ka AP - presente	A partir de 3 ka AP: início da expansão da Floresta com Araucária de refúgios florestais ao longo de rios sobre o campo em áreas mais elevadas.	Aumento da quantidade e frequência das precipitações.
	Após 1 a 1,5 ka AP: Início da franca expansão da Floresta com Araucária substituindo o campo também em área mais elevadas.	Condições climáticas atuais úmidas, sem ou com um curto período seco.

Fonte: Behling *et al.* (2009).

De acordo com o mapa fitogeográfico de Klein (1978), as áreas campestres no estado de Santa Catarina eram originalmente descontínuas, mas reunidas em três áreas geográficas (Figura 1). Os campos de altitude, ocupavam principalmente as áreas da borda oriental do planalto, bastante próximas das escarpas da Serra Geral, e também a porção topográfica superior das Serras do Leste Catarinense e Serra do Mar. Os campos de inundações do Rio Negro e Rio Iguaçú, limitados às planícies fluviais, no Planalto Norte. Os campos com capões, florestas ciliares e bosques de pinhais, formavam os maiores núcleos, com destaque para as áreas próximas a Lages, Campos Novos e Palmas.

Figura 1 – Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina.



Fonte: Adaptado de Klein (1978).

Existem diferenças de composição florística e também do aspecto entre os núcleos campestres. Leite (1994) aponta também, para a existência de diferenças edáficas em seus sítios de ocorrência. Zanin *et al.* (2009) identificam diferenças na composição vegetal conforme a variação de umidade dos sítios próximos a Urubici. Campos semi-úmidos têm sua fisionomia dominada por espécies de Poaceae, Asteraceae e Fabaceae que influenciam a fisionomia do campo em certas épocas do ano. Os campos turfosos e banhados são comumente ocupados por *Sphagnum* no estrato inferior. Embora pouco comuns, também ocorrem banhados sem a ocorrência de *Sphagnum*. A fisionomia dos campos turfosos geralmente é dominada por espécies das famílias Poaceae e Cyperaceae como *Briza calotheca*, *Agrostis lenis*, *Aulonemia ulei*.

Zanin *et al.* (2009) indicam que nas áreas com solo mais seco da região de Lages são comuns gramíneas cespitosas que deixam porções do solo descoberto. A presença de espécies como *Andropogon lateralis*, *Paspalum maculosum* e *Schizachyrium spicatum* confere aspecto tipicamente paleáceo aos campos no período do outono/inverno. Os campos apresentam diferenças de fisionomia ao longo do ano em função da existência de espécies de ciclo estival, com florescimento no verão e latência no inverno, quando têm suas folhas secas. No verão é possível observar também que grandes áreas de campos adquirem aspecto vináceo devido a inflorescências de gramíneas como *Schizachyrium microstachyum* e *Axonopus ramboi*.

Identificar e mapear a distribuição espacial dessas feições fitogeográficas no recorte da área de estudo, teve o objetivo de avaliar a ocorrência de padrões espaciais que refletem as condicionantes ecológicas do mosaico campo/floresta. O mapeamento realizado é suplementado pela aplicação de índices morfométricos de terreno de reconhecida importância em ecologia de paisagens. Com efeito, a distribuição do mosaico paisagístico da bacia hidrográfica foi confrontada com a variação espacial dos seguintes índices edáficos e topográficos: altitude, declividade, rugosidade, umidade, radiação solar, posição topográfica, distância do rio, profundidade do solo, teor de carbono no solo e curvatura do terreno.

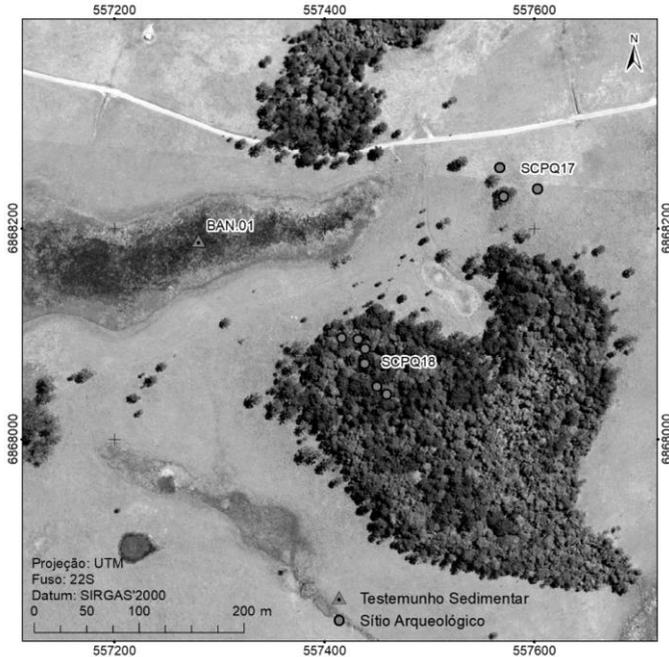
### 3 ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Arroio Cará está situada no território cultural da Coxilha Rica que abrange a porção sul do município de Lages, no Estado de Santa Catarina. O Arroio Cará é um afluente do Arroio Penteado, fazendo parte da bacia hidrográfica do Rio Pelotinhas, que é um dos formadores da margem direita do rio Pelotas. Sua área abrange 6.981,5 ha, com altitudes que variam entre 752 e 1.118 metros. A área core da investigação paleoambiental e arqueológica está situada no alto curso da bacia hidrográfica, devido a presença de dois sítios arqueológicos relacionados aos grupos Jê meridionais e de uma turfeira na cabeceira de drenagem (Figura 2).

A Coxilha Rica é delimitada parcialmente pelos vales do rio Pelotas, Lava-Tudo e Pelotinhas. A bacia hidrográfica tem como principal característica uma paisagem dominada por mosaicos de campos com matas galerias e capões de Araucária. Em função dessa característica, historicamente, a pecuária extensiva foi a principal atividade econômica desenvolvida na região, e o é até os dias atuais (Figuras 4 e 5).

De acordo com o Censo do IBGE de 2010, o território cultural da Coxilha Rica tem uma população de aproximadamente 370 habitantes, distribuídos por uma área também aproximada de 1.100 km<sup>2</sup>, resultando em uma densidade demográfica de apenas 0,33 ha/km<sup>2</sup>. A combinação geográfica decorrente do uso dos campos para pecuária extensiva, da dimensão do módulo rural predominante, e do seu isolamento geográfico, não implicou em alterações significativas em sua paisagem histórica.

Figura 2. Localização das estruturas subterrâneas que formam os sítios arqueológicos Fazenda Bananeiras I (SCPQ17) e Fazenda Bananeiras II (SCPQ18) e do testemunho sedimentar da Fazenda Bananeiras.



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.1 GEOLOGIA

A área de estudo enquadra-se no Domínio Geológico do Magmatismo Serra Geral - Bacia do Paraná. Até meados de 2014 os derrames basálticos que recobrem o planalto catarinense eram enquadrados dentro da Formação Serra Geral, dividida em oito fácies; cinco relacionadas ao magmatismo máfico (fácies Gramado, Paranapanema, Pitanga, Esmeralda, Campo Erê e Lomba Grande) e quatro a magmatismo intermediário a félsico (fácies Palmas, Chapecó, Várzea do Cedro e Alegrete). Na bacia do Arroio Cará são encontradas duas fácies máficas: Paranapanema e Gramado.

O Mapa Geológico de Santa Catarina, escala 1:500.000 (WILDNER *et al.*, 2014) redefine o Domínio Geológico do Magmatismo Serra Geral, redefinindo a então Formação Serra Geral como um Grupo,

constituído por sete formações distintas: Campo Erê, Cordilheira Alta, Palmas, Chapecó, Campos Novos, Paranapanema e Gramado.

Na bacia hidrográfica do Arroio Cará são encontradas duas dessas formações: a) Formação Paranapanema, composta por basaltos microgranulares de cor cinza, com feições de alteração nas faces de disjunção, com cores vermelho amarronzadas. São comuns horizontes vesiculares espessos preenchidos por quartzo (ametista), zeolitas, carbonatos, calcedônia, cobre nativo e barita (WILDNER *et al.*, 2014); b) Formação Gramado, composta por derrames basálticos onde predominam formas de lóbulos, melanocráticos de cor cinza, com horizontes vesiculares espessos e abundantes onde predominam zeolitas, carbonatos, apofilita e saponita. Estruturas de fluxo e pahoehoe são comuns, com intercalações frequentes de rochas sedimentares eólicas (intertrápicas) da Formação Botucatu” (WILDNER *et al.*, 2014).

### 3.2 GEOMORFOLOGIA

A área de estudo está inserida no Planalto dos Campos Gerais, que é definida como unidade geomorfológica situada na região do Planalto das Araucárias. Esta unidade é marcada por altitudes que variam entre 800 e 1300 metros e coberta por bosques de Araucárias de diferentes densidades e extensões, contendo também mosaicos de pradarias mistas pequenos bosques de pinhais em galerias, encostas e cabeceiras, chapadões com vertentes convexas e suaves (AB’SABER, 2003).

Os limites do Planalto dos Campos Gerais estão cartografados em documento em escala 1:1.000.000 (SANTA CATARINA, 1986), que apresenta relevo caracterizado por descontinuidades espaciais conhecidas regionalmente como planalto de Palmas, planalto do Capanema, planalto de Campos Novos e planalto de Chapecó. A região ao sul de Lages, onde está situada a bacia do Arroio Cará, está inserida no bloco do Planalto de Campos Novos. Esse bloco atua como divisor de águas entre os rios Iguaçu e Uruguai.

Os rios Pelotas, Canoas e Chapecó integram a bacia do rio Uruguai, que drenam o Planalto de Campo Novos, produziram vales encaixados com patamares nas encostas e cursos tortuosos. Corredeiras e pequenas cachoeiras são frequentes ao longo dos cursos fluviais, ao atravessar os limites entre os derrames efusivos (SANTA CATARINA, 1986).

Na bacia hidrográfica do Arroio Cará estão definidos três modelados: um de Aplanamento e dois de Dissecação. Os modelados de Aplanamento são interpretados como o resultado de processos de pediplanação, afetando litologias diversas. Na porção sul da bacia

hidrográfica está mapeada superfície de aplanamento classificada como Retocada e Desnuda. Essa superfície é caracterizada por planos estruturais de rochas truncadas, sendo inclinados e irregulares, expostos por processos de erosão em rochas pouco alteradas.

O alto e médio curso da bacia hidrográfica do Arroio Cará são dominados pelo o que é chamado de modelado de Dissecação Homogênea de origem fluvial, não apresenta controle estrutural, sendo considerada como resultado da combinação entre o comprimento e o aprofundamento da drenagem. No baixo curso da bacia, já nas proximidades da confluência com o rio Pentead, a geomorfologia é marcada pela ocorrência de Modelado de Dissecação Diferencial, que é definido como sob controle estrutural. Esse modelado é caracterizado apenas pelo aprofundamento da drenagem, que já passa a ser controlada pela tectônica e principalmente pela litologia (SANTA CATARINA, 1986).

### 3.3 VEGETAÇÃO

Conforme o Mapa Fitogeográfico de Santa Catarina (KLEIN, 1978), o Arroio Cará está inserido no domínio fitogeográfico dos Campos, marcado pela ocorrência de campos com capões, florestas ciliares e bosques de pinheiros com predominância de ervas (Gramíneas, Ciperáceas, Leguminosas e Compostas) (Figuras 3 e 4). Ao sul de Lages, a ocorrência dos campos ou estepes ocorre quase que em sobreposição a unidade geomorfológica do Planalto dos Campos Gerais com rochas sedimentares e basálticas.

As matas de galeria acompanham rios e arroios em faixas estreitas limitadas pelos campos ou pela umidade. A *Araucaria angustifolia* se destaca como a árvore mais alta, associada com *Lithraea brasiliensis*; *Rhamnus sphaerosperma*; *Allophylus guaraniticus*; *Acca sellowiana*; *Murrhimum atropurpureum*; *Myrciaria tenella*; *Myrceugenia glaucescens*; *Myrcia regnelliana*; *Myrcianthes gigantea*; *Escallonia montevidensis*; *Thaumatococion sellowianum*; *Azara uruguayensis*; *Chaptalia nutans*; *Berberis laurina*; *Drimys brasiliensis*; *Sebastiania klotzschiana*; *Myrcia hartwegiana* e *Capsicodendron dinissi* (MATTOS, 2011).

Nos campos “limpos” predominam agrupamentos herbáceos de Gramíneas (Ciperáceas, Compostas, Leguminosas e Verbenáceas). É difícil dissociar, mas ocorrem também campos “sujos”, onde predominam a carqueja do campo (*Baccharis gaudichaudiana*), a vassoura-lajeana (*Baccharis uncinella*), os caraguatás (*Eryngium sp.*) ou a samambaia-das-taperas (*Pteridium aquilinum*), juntamente com os capões e as matas

ciliares e de galeria, que por vezes formam bosques de pinhais em meio à formação campestre (KLEIN, 1978).

Figura 3 – Campos com capões e bosques de pinhais no alto curso do Arroio Cará.



Fonte: Fotografia do autor. Data: 21.08.2014.

Os capões se formam em cabeceiras de drenagem e encostas, assumindo configuração arredondada ou reniforme. Surgem de aglomerados menores onde, sob a sombra de um pinheiro isolado, crescem “vassouras” (*Baccharis uncinella*, *milleflora*, *Eupatorium sp.*), *Schinus longifolius* e *Lithraea brasiliensis*. No interior de capões maiores ocorre uma série de ervas (*Commelina*, *Panicum*; *Oprismenus*, *Meibomia*, *Cordia*, *Pavonia*), junto de cipós *Pyrostegia*, *Cyssampelos*, *Micania*, *Tragia* e outros. Nas bordas da mata é comum a ocorrência de uma sucessão de vegetação herbácea (*Chaptalia nutans*, *Elephantopus scaber*, *Dichondra macrocalyx*, *Dichondra sericea*) e espécies de *Cyperus* e *Kyllinga*.

Nos campos, as gramíneas mais comuns são o capim-caninha (*Andropogon lateralis*), o capim-forquilha (*Paspalum notatum*), o capim-pluma (*Andropogon macrothrix*), plumas-secas (*Andropogon selloanus*), capim-de-montevidéo (*Calamagrostis viridiflavescens*), capim-serenado

(*Eragrostis polytricha*), capim-colchão (*Paspalum plicatulum*) (KLEIN, 1978).

### 3.4 SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS

Apesar de a área do Arroio Cará ter sido objeto de poucas pesquisas e levantamentos arqueológicos direcionados a sítios pré-coloniais, a revisão dos dados disponíveis possibilitou identificar 34 estruturas dentro dos limites da área de estudo e em seu entorno imediato. O mapeamento decorre da Arqueologia compensatória do projeto de instalação de um aproveitamento hidrelétrico projetado para o rio Pelotas (CALDARELLI e HERBERTS, 2004) que resultou na identificação de vários conjuntos de estruturas arqueológicas atribuídas a grupos Jê meridionais (Tabela 7).

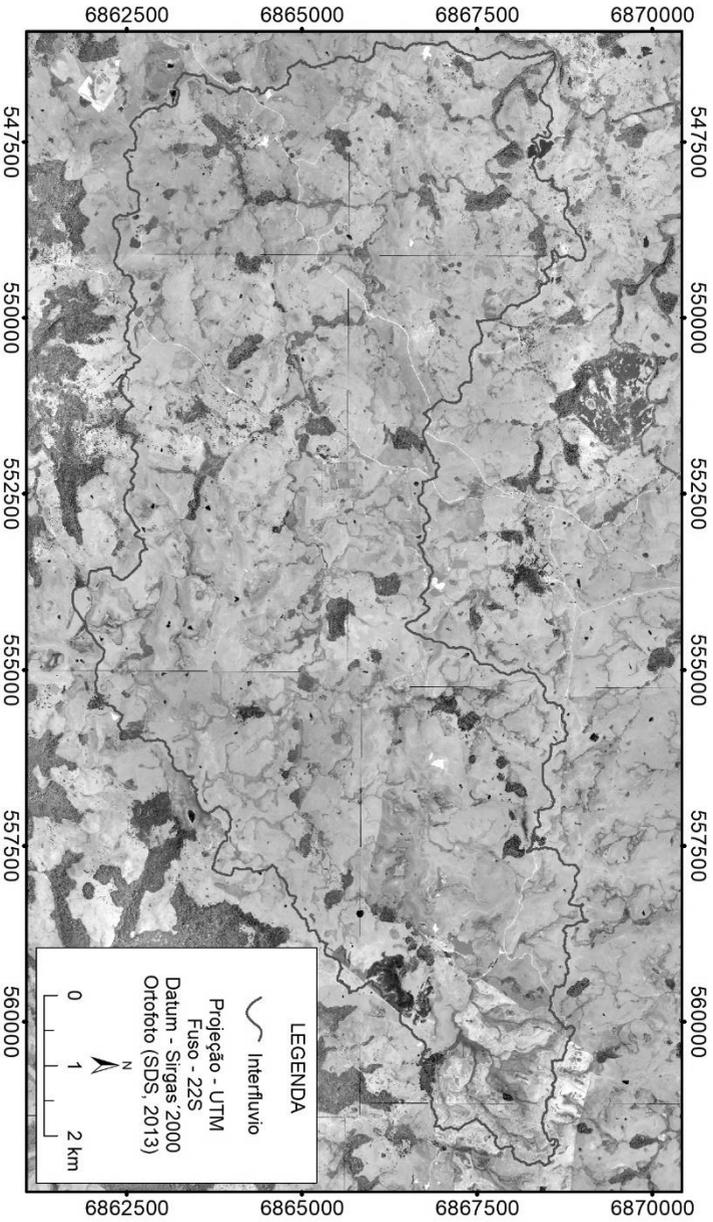
Tabela 7 – Sítios arqueológicos mapeados na bacia hidrográfica do Arroio Cará.

Nome	Sigla	Coordenadas (UTM)	Altitude	Nº estruturas
Fazenda Cadete	SC.PQ.11	E0553929 N6861812	1.040 m	5
Fazenda Sobradinho I	SC.PQ.13	E0548283 N6862870	1.000 m	2
Fazenda Sobradinho II	SC.PQ.14	E0546907 N6861330	1.040 m	9
Fazenda Guarda – Mor	SC.PQ.16	E0546849 N6863991	1.025 m	8
Fazenda Bananeiras I	SC.PQ.17	E0557648 N6868279	1.100 m	3
Fazenda Bananeiras II	SC.PQ.18	E0557475 N6868147	1.100 m	7

Fonte: Caldarelli e Herberts (2004).

A área de estudo, definida pelos limites da bacia hidrográfica do Arroio Cará reúne os elementos e condições para desenvolver as três frentes de investigação: depósitos turfosos que permitem acessar parte do passado ecológico da área; sítios arqueológicos relacionados à ocupação Jê meridional e cobertura vegetal sem grandes alterações recentes. Os resultados específicos de cada investigação, permitem abordar o problema da pesquisa e identificar a lógica que sustenta a permanência da paisagem predominantemente campestre na bacia até o Holoceno Superior. Os resultados estão organizados na forma de artigo científico, contendo a discussão dos resultados, que é sintetizada na conclusão do trabalho.

Figura 4 – Ortofotos do Estado de Santa Catarina para a área da bacia hidrográfica do Arroio Cará.



Fonte: SDS (2013).



## 4 ANÁLISE PALINOLÓGICA DE SEDIMENTOS TURFOSOS HOLOCÊNICOS DO ALTO CURSO DO ARROIO CARÁ - COXILHA RICA - SANTA CATARINA – BRASIL.

### Resumo

Este trabalho apresenta os resultados do estudo palinológico de um testemunho sedimentar coletado em turfeira no alto curso do Arroio Cará, no território cultural da Coxilha Rica, situada no Planalto dos Campos Gerais em Santa Catarina, Sul do Brasil. A base do testemunho é datada de 6,9 ka AP. A identificação dos palinomorfos e a análise de agrupamentos possibilitou definir duas fases palinológicas distintas, apesar da predominância da vegetação campestre ao longo de todo o testemunho. A partir de 34 cm, a frequência de briófitos diminui, acompanhada do aumento da diversidade dos *táxons* vegetais. Ao longo de todo o testemunho as famílias mais frequentes são Poaceae, Cyperaceae e Apiaceae. Os resultados indicam que a paisagem do alto curso do Arroio Cará foi marcada por campos desde 6,9 ka AP com ocorrência de clima regional frio e úmido.

### 4.1 INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta os resultados do estudo palinológico realizado à partir de um testemunho sedimentar de 6,9 ka AP coletado em uma turfeira no alto curso do Arroio Cará, em área denominada Coxilha Rica, no município de Lages, Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. Consequentemente, o estudo busca identificar mudanças na composição vegetal da bacia hidrográfica do Arroio Cará durante o Holoceno Médio a Superior.

A paisagem atual do Planalto dos Campos Gerais na área de estudo é marcada, principalmente, por campos, capões com Araucária e matas galeria, compondo mosaico derivado das oscilações do clima ao longo do período Quaternário, sobretudo no Pleistoceno Superior. Tal mosaico teria permanecido após o aumento da temperatura e da umidade no Holoceno Inferior e Médio, desde aproximadamente 10 ka AP (BEHLING *et al.*, 2009).

Dados paleoambientais derivados de análises palinológicas indicam que as terras altas meridionais brasileiras eram ocupadas por extensas áreas de campo desde o Pleistoceno Superior (BEHLING *et al.*, 2004), ainda que várias fases de expansão da floresta tenham sido documentadas antes do início do Holoceno em testemunhos de planalto e

de serra sob influência litorânea em Santa Catarina, como no Planalto de São Bento do Sul (OLIVEIRA *et al.*, 2006) e no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PEST) (BEHLING e OLIVEIRA, 2018). Esses pulsos de expansão arbórea precoce não representam, porém, o processo de substituição dos campos pleistocênicos pelas florestas ombrófilas durante o Holoceno, no Sul do Brasil. Os dados disponíveis indicam que esse processo teria ocorrido a partir do Holoceno Médio, em torno de 6.000 a 7.000 anos AP, e também a partir do Holoceno Superior, em torno de 2.000 a 3.000 anos AP.

Segundo Behling e Oliveira (2018) o início da expansão da Floresta com Araucária durante o Holoceno ocorreu há aproximadamente 3 ka AP nas terras altas do PEST, acompanhando fase de clima úmido sem estação seca. Esse registro de expansão da Floresta com Araucária já havia sido observado por Jeske-Pieruschka *et al.* (2012), em turfeira estudada em localidade mais alta, no interior do parque.

Na Serra do Rio do Rastro, distante 190 quilômetros ao sul do PEST, ainda sob influência de clima litorâneo, a expansão dessa floresta ocorre há  $2.385 \pm 225$  anos AP (BEHLING, 1995; BEHLING, 1997). No registro sedimentar da Serra da Boa Vista, a aproximadamente 32 quilômetros para oeste da Serra do Tabuleiro, essa expansão teve início após  $6.930 \pm 195$  anos AP (BEHLING, 1995). Resultado semelhante foi obtido por Lima (2010) no estudo de uma turfeira no Planalto de São Bento do Sul, distante 295 km ao norte do PEST, na qual a expansão da floresta ocorre após a  $6.260 \pm 30$  anos AP.

No Estado do Rio Grande do Sul, ao estudar turfeira em Cambará do Sul, Behling *et al.* (2004) indicam expansão da Floresta com Araucária a partir  $3.523 \pm 56$  anos AP. O mesmo padrão temporal de expansão da floresta também foi observado em outros registros nos chamados Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul, em turfeiras estudadas em São Francisco de Paula (BEHLING *et al.*, 2001; LEONHARDT e LORSCHTEITER, 2010). Nesses estudos os autores observaram que a expansão da Floresta com Araucária ocorreu a partir de 3,9 ka AP.

Apesar da variabilidade dos dados disponíveis, no que toca o processo de substituição dos campos por florestas nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, Behling *et al.* (2001) indicam que a expansão marcada da Floresta com Araucária durante o Holoceno teve início há aproximadamente 3,2 ka AP, ocorrendo durante o Holoceno Superior, portanto. Esse processo ocorreu através da migração de matas galeria ao longo dos vales principais, como os vales dos rios Pelotas e Uruguai, alcançando as áreas planálticas de Santa Catarina, através de seus vales tributários, avançando progressivamente sobre áreas de campo

nos planaltos. A expansão franca das Florestas seria ainda mais recente, ocorrendo a aproximadamente 1 ka AP (BEHLING, 1995, BEHLING, 2002).

Apesar de a expansão da Floresta com Araucária sobre áreas de campo estar bem documentada nas terras altas meridionais brasileiras, a substituição dos campos não foi completa e áreas campestres resistiram ao avanço da floresta até períodos históricos, formando ainda hoje grandes áreas nucleares nos planaltos. Os estudos de Palinologia do Quaternário revelam ainda que a vegetação campestre predominou na paisagem dessas áreas nucleares durante todo o Holoceno.

Os dados paleoambientais obtidos por intermédio de investigação palinológica que documentam a expansão da Floresta com Araucária nas terras altas do sul do Brasil durante o Holoceno, embora derivados de pequenos núcleos campestres, estão próximos de grandes áreas da Floresta Ombrófila ou matilhas nebulares, em serras voltadas para o oceano, ou nas terras altas da borda do planalto ainda sob influência litorânea. Consequentemente, o estudo de testemunho sedimentar obtido no maior núcleo de campos cartografado em Santa Catarina (KLEIN, 1978), ao sul do município de Lages, tende a preencher hiato importante no que toca o registro palinológico de áreas campestres sob clima com maior influência continental.

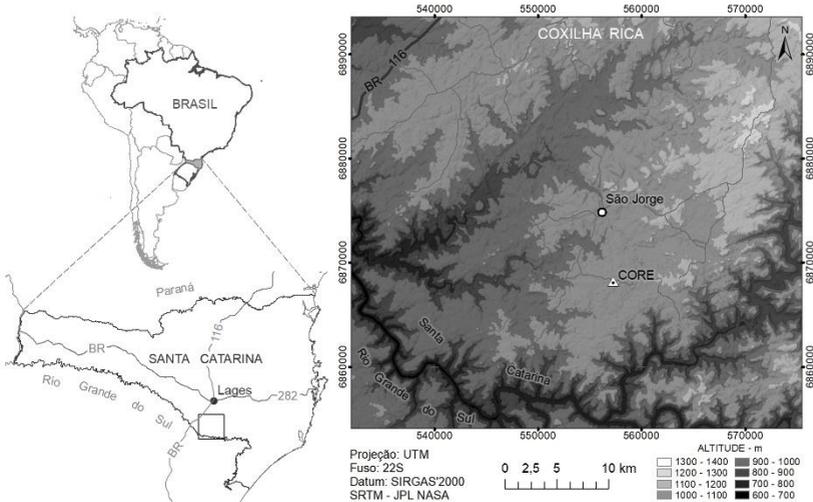
Apresentamos neste trabalho resultados de análise palinológica de testemunho sedimentar de aproximadamente 6.900 anos AP, que foi obtido em turfeira situada no alto curso do Arroio Cará, na localidade da Coxilha Rica, no Planalto dos Campos Gerais, ao Sul da cidade de Lages. Sua posição bastante recuada em relação à borda do planalto possibilita o estudo de registro palinológico em ambiente de maior continentalidade. Este estudo identifica e descreve as principais famílias, gêneros e espécies dos palinomorfos preservados no registro do Arroio Cará, revelando registro, que ainda não foi documentado no estado de Santa Catarina.

#### 4.2 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

O território cultural da Coxilha Rica localiza-se no Estado de Santa Catarina, sul do Brasil, entre os vales do rio Pelotas, Lava-Tudo e Pelotinhas (Figura 6). A bacia hidrográfica do Arroio Cará, onde foi obtido o testemunho sedimentar estudado, situa-se ao sul da cidade de Lages, no chamado Planalto dos Campos Gerais, que é caracterizado como unidade geomorfológica descontínua, pouco dissecada a planar, marcada por colinas e morros convexos. Essa unidade geomorfológica é delimitada pelos Planaltos Dissecados dos rios Iguazu e Uruguai e

limitada a leste pelas escarpas da Serra Geral (SANTA CATARINA, 1986).

Figura 6 - Localização do testemunho Fazenda Bananeiras.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O clima da região sul do Brasil é classificado como mesotérmico temperado, com ocorrência de verões quentes nas áreas mais baixas e verões amenos nas terras altas do interior (NIMER, 1989). A pluviosidade média no sul do Brasil é controlada pela ação do anticiclone do Atlântico Sul, que constitui sistema semipermanente de alta pressão que induz o transporte de umidade do oceano para o continente, sobretudo na primavera e verão.

De acordo com a classificação de Thornthwaite o clima no território da Coxilha Rica é úmido, com total anual de precipitação variando entre 1.400 e 1.600 mm. A temperatura média anual é de 14°C com média para o mês de janeiro entre 18 e 20°C e para julho 8 a 12 °C, com total anual de insolação oscilando entre 1.800 a 2.000 horas (SANTA CATARINA, 1986).

A Coxilha Rica está inserida no domínio fitogeográfico dos Campos (Figuras 7 e 8), onde ocorre estacionalidade fisiológica dessa vegetação por ação do frio. A vegetação local é marcada pela ocorrência de campos com capões, matas galeria e bosques de pinheiros, com predominância de ervas, gramíneas, ciperáceas, leguminosas e verbenáceas que formam “campos limpos”. Ocorrem também áreas com

campos “sujos” onde predominam os gêneros *Baccharis*, *Eryngium* e *Pteridium* (KLEIN, 1978). Entre as gramíneas, originalmente predominavam os gêneros *Adropogon*, *Stipa*, *Piptochaetium*, *Aristica*, *Paspalum*, *Panicum* e *Axonopus* (SANTA CATARINA, 1986).

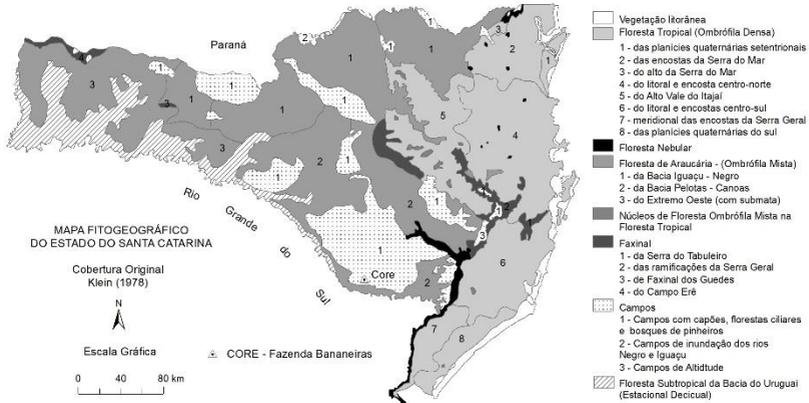
Os capões formam agrupamentos arbóreos quase circulares, marcados pela presença periférica de arbustos e árvores de pequeno porte, como *Schinus therebinthifolius*, *Lithraea brasiliensis*, *Myrcia bombucha* e *Sebastiania commersoniana*. No interior dos agrupamentos já ocorrem árvores de maior porte como *Matayba eleagnoides*, *Capsicodendron dinissi*, *Calytrathes concinna*, o *Podocarpus lambertii* e a *Araucaria angustifolia*. As florestas galeria são compostas principalmente por espécies higrófitas, sendo comuns *Calytranthes concina*; *Symplocos uniflora*; *Luehea divaricata*, *Blepharoclyx salicifolius*; *Arecastrum romanzoffianum* e *Araucaria angustifolia*. (SANTA CATARINA, 1986).

Figura 7 - Paisagem dominada por campos no alto curso do Arroio Cará.



Fonte: Fotografia do autor. Data: 21.08.2014.

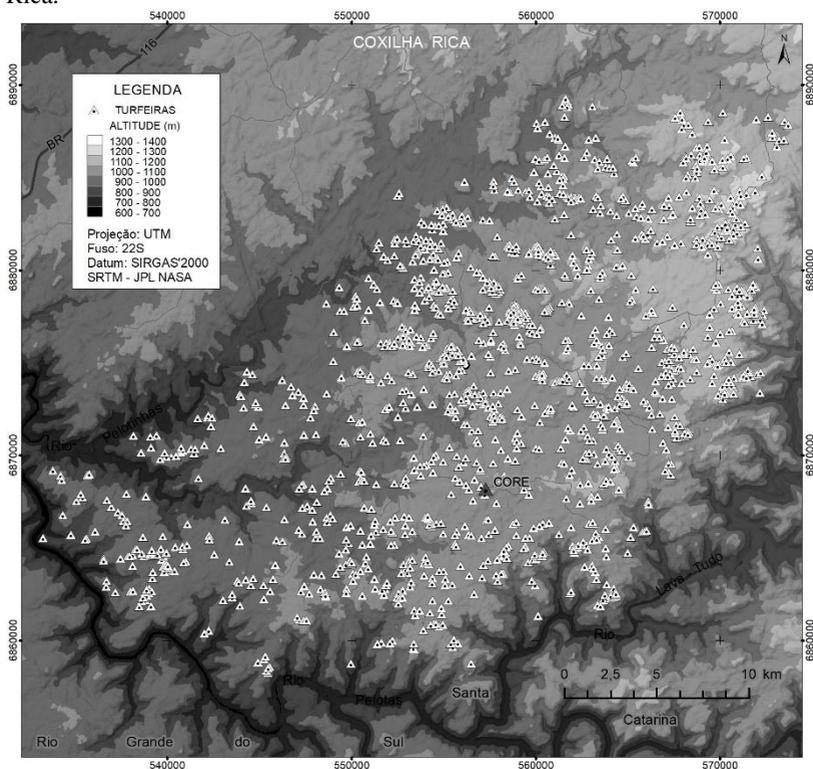
Figura 8 - Mapa fitogeográfico de Santa Catarina.



Fonte: Adaptado de Klein (1978).

O isolamento geográfico da área da Coxilha Rica e o uso histórico dos campos naturais para a pecuária extensiva, praticada ainda hoje, não impôs alterações importantes sobre a paisagem local, mantendo preservado o que é hoje esse território cultural ao sul da cidade de Lages. Compõem essa paisagem numerosas áreas alagadas, banhados e canais intermitentes, localizados nas cabeceiras de drenagem, fundos de vale e depressões fechadas. Nas cabeceiras de drenagem, ocorrem turfeiras que ocupam depressões isoladas ou geminadas, parcialmente fechadas (Figura 9), e que constituem importantes fontes de registro estratigráfico, palinológico e paleoambiental (BEHLING, 1995; BOCKMANN & OLIVEIRA, 2013; SILVA *et al.*, 2013a; 2013b).

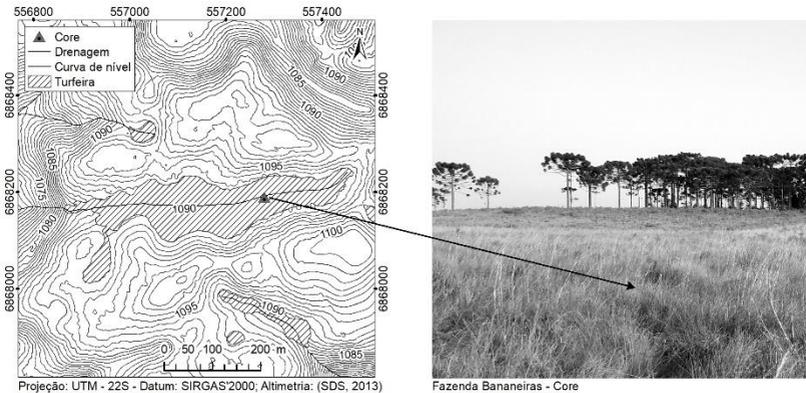
Figura 9 - Distribuição de turfeiras situadas em cabeceiras de drenagem - Coxilha Rica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Trata-se de turfeiras formadas em planaltos continentais, cujos depósitos acusam a presença de fragmentos vegetais rasteiros, como restos de esfagnáceas e de plantas herbáceas. O testemunho sedimentológico utilizado para o estudo de Palinologia do Quaternário foi coletado no alto curso do Arroio Cará, em turfeira situada no território da Fazenda Bananeiras, representando os depósitos turfosos que se acumularam nessa área alagada (Figura. 10).

Figura 10 - Localização do testemunho da Fazenda Bananeiras - core.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

### 4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foi coletado testemunho sedimentar na área nuclear do depósito de turfa da Fazenda Bananeiras com amostrador do tipo “Russian”, obtendo seções de 49 cm de comprimento, em sondagens sucessivas que, somadas, forneceram testemunho de 75 cm de profundidade, composto de material turfoso passível de análise. Foram selecionadas em laboratório amostras com 0,5 cm<sup>3</sup> de sedimento em intervalos de 4 e 2 cm ao longo do testemunho.

Essas amostras foram processadas pelo método proposto por Faegri e Iversen (1975), com uso de ácido fluorídrico (HF) para remoção da sílica; de ácido clorídrico (HCl) a 10% para a divisão dos carbonatos, e de hidróxido de potássio (KOH) a 10% para a dispersão dos ácidos húmicos e da matéria orgânica. O método utiliza ainda o processo de acetólise da intina (parte interna do grão de pólen), através do uso de solução de uma parte de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) para nove de anidrido acético (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>). O processamento químico foi realizado no Laboratório de Geodinâmica Superficial da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), de acordo com as etapas propostas por Bauermann e Neves (2005).

Para a identificação dos palinomorfos foram utilizados catálogos polínicos especializados: Radaeski *et al.* (2014); Radaeski (2015); Behling, *et al.* (2005); Plá Jr. (2006); Barth (1965); Barth (1982); Barth *et al.* (1998); Stanski (2013) e Barth e Melhem (1988). A contagem dos

grãos de pólen e esporos foi realizada conforme definição de Bauermann e Neves (2005), com marcador interno *Lycopodium clavatum*.

A leitura das lâminas foi realizada por intermédio de microscópio ótico *Meiji*, respeitando a contabilização de 200 a 300 grãos de pólen para cada amostra em lâmina, juntamente com o registro de esporos de pteridófitos, briófitos e algas em separado. Após essa etapa, os *táxons* foram agrupados de acordo com suas afinidades ecológicas em hábitats. Os dados são representados em diagrama de porcentagem por intermédio dos softwares *Tilia* e *Tilia Graph*.

O controle geocronológico foi realizado com datação de amostras específicas do testemunho, após análise preliminar do diagrama palinológico, tendo como objetivo datar níveis associados a variações composicionais significativas identificadas pela análise palinológica (BEHLING, 1995).

## 4.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.4.1 Descrição do testemunho sedimentar

A análise de características morfológicas descritas em campo permite a identificação de três camadas no depósito estudado. A base do testemunho, entre 75 e 58 cm de profundidade, apresenta textura ao tato argilo-arenosa, predominando a cor bruna acinzentada (10YR 5/2, úmida). A segunda camada, entre 58 e 10 cm é marcada por textura argilosa e cor cinza muito escura (10YR 3/1, úmida). Na camada superficial, o sedimento argiloso apresenta muitos fragmentos vegetais e raízes em decomposição, cor bruna acinzentada muito escura (10YR 3/2, úmida).

Tem-se, portanto, depósito areno-lamoso na base, que se torna mais fino e mais orgânico para o topo, formando lama orgânica no topo. O depósito possui características típicas de turfas minerotróficas, consistente com a posição da turfeira em cabeceira de drenagem, em ambiente com fluxo de água e de sedimentos. É notável a pouca espessura do seu horizonte superficial, indicando produção discreta do acrotelmo, provavelmente associada ao ambiente de alta energia relativa na cabeceira de drenagem.

Datações obtidas pelo radicarbono ( $^{14}\text{C}$ ) para amostras coletadas do testemunho (Tabela 8) indicam que a sua base alcança 6.990 anos AP, posicionando o início do registro palinológico no Holoceno Médio (WALKER *et al.*, 2012). A profundidade intermediária do depósito indica sedimentos datados do Holoceno Superior, e os sedimentos do acrotelmo

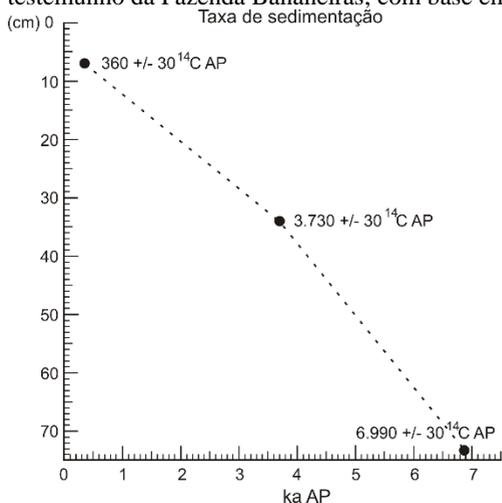
indicam idades históricas. O modelo de profundidade por tempo (Figura 11) sugere taxa de acumulação relativamente uniforme para os depósitos estudados, indicando taxas de sedimentação ligeiramente mais importantes entre o Holoceno Médio e o Holoceno Superior.

Tabela 8 - Cronologia do testemunho Fazenda Bananeiras obtida por intermédio de datações radiocarbônicas.

Código da amostra	Profundidade	Material	Idade convencional	Idade calibrada (2 sigmas)
Beta - 487451	7 cm	Sedimento orgânico	360 +/- 30 AP	1.482 – 1.642 cal AD
Beta - 499965	34 cm	Sedimento orgânico	3.730 +/- 30 AP	2.149 – 1.959 cal AD
Beta - 420434	74 cm	Sedimento orgânico	6.990 +/- 30 AP	5.895 – 5.740 cal AD

Fonte: Beta Analytic.

Figura 11 - Modelo de profundidades do depósito em função do tempo para o testemunho da Fazenda Bananeiras, com base em três datações  $^{14}\text{C}$ .



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.4.2 Descrição do diagrama palinológico

Dentre 21 amostras analisadas ao longo do testemunho, uma não foi considerada fértil, não atingindo o valor mínimo de 200 grãos de pólen. Foram identificadas 25 variedades de palinórfos, agrupados conforme suas afinidades ecológicas no diagrama palinológico de porcentagem (Figura 12). Em geral, o diagrama indica o predomínio de

*táxons* campestres em todo o testemunho. Esses *táxons* variam composicionalmente, e são acompanhados por percentuais muito reduzidos de *táxons* florestais. A análise de agrupamento possibilitou a identificação de duas fases palinológicas distintas, denominadas como BA-1 e BA-2. Duas subfases foram identificadas na primeira fase (BA-1) e três subfases na fase BA-2, como descrito a seguir.

Fase BA-1 (6.990 +/- 30 anos AP a 3.730 +/- 30 anos AP – 74 a 34 cm, 11 amostras): nessa fase ocorre predomínio de grãos de pólen de famílias de campos (>99%), representados pelas famílias Poaceae (>50%), Cyperaceae (>20%), Apiaceae (>3%) e Asteraceae (>15%) representada pelos gêneros *Baccharis* e *Senecio*. A floresta, apesar de pouco expressiva (<5%) está representada desde a base do testemunho pelas famílias Myrtaceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae e Podocarpaceae, em percentuais que são muito baixos.

Devido à baixa proporção de *táxons* florestais no testemunho, a figura 13 ilustra as variações percentuais desses *táxons* ao longo do testemunho, representadas em gráfico de detalhe. A presença de pteridófitos é marcada pela ocorrência do gênero *Microgramma* (0,2%) e pela espécie *Dicksonia sellowiana*, em percentuais reduzidos. Briófitos são mais frequentes, representados por *Phaeoceros* alcançando (>27%) e *Sphagnum* (>20,7), acusando maiores concentrações nas profundidades de 55 cm e de 40 cm abaixo da superfície. As algas *Zygnema* chegam a (1,7%) e *Pseudoschizaea* (1%).

Subfase BA-1.1 (74 -58 cm, 04 amostras): a subfase que representa a base do testemunho é marcada pela presença das famílias Poaceae (>69%), Cyperaceae (>23%) e pelos gêneros *Baccharis* (24%) e *Senecio* (5%). A família Apiaceae (<3%) e o gênero *Eryngium* (<2%) aparecem no final da subfase. A floresta está representada por apenas dois grãos da família Podocarpaceae. Destaca-se também os gêneros de briófitos *Sphagnum* (>15%) e *Phaeoceros* (>27%) estão presentes ao longo de toda a subfase, com *Phaeoceros* tendendo a aumentar para o final.

Subfase BA-1.2 (58 - 34 cm, 06 amostras): o percentual de grãos de pólen de *Baccharis* (<21%) tende a diminuir, com pulsos de crescimento na subfase, juntamente com Poaceae (<59%). A proporção de Cyperaceae aumenta significativamente (>31%), enquanto Apiaceae (<8%) e *Eryngium* (>3%) se estabelecem no diagrama. Os poucos grãos de pólen de plantas de floresta estão representados pelas famílias Myrtaceae (<1%), Euphorbiaceae (<1%) e Melastomataceae (<1%). Picos de concentração de esporos de briófitos ocorrem nessa subfase, que apresenta os maiores percentuais no diagrama.

Fase BA-2 (3.730 +/- 30 anos AP a 360 +/- 30 anos AP - 32 a 02 cm, 9 amostras): os palinórfos de campos continuam a predominar (>99%), representados principalmente pelas famílias Poaceae (61%), Cyperaceae (>19%), Apiaceae (>15%) e dos gêneros *Baccharis* (<20%), *Senecio* (<5%) e *Eryngium* (<5%). A floresta é representada por poucos grãos de pólen das famílias Podocarpaceae (<1%), Melastomataceae (<1%), Myrtaceae (<2%) e Euphorbiaceae (<1%). O limite inferior dessa fase é bem marcado pelo incremento de grãos da família Apiaceae (>15%) e dos gêneros *Senecio* (5%) e *Eryngium* (11%), assim como pela diminuição de Cyperaceae (<19%). Pteridófitos ocorrem em pequena proporção, representados pelos gêneros *Microgramma* (< 1%) e *Blechnum* (< 3%).

Subfase BA-2.1 (32 -22 cm, 04 amostras): a subfase é marcada pelo incremento de grãos de pólen da família Apiaceae (15%) e dos gêneros *Senecio* (5%), *Baccharis* (>20%) e *Eryngium* (>11%), que atinge seus valores máximos nessa fase. Ocorrem percentuais menores em relação a fase anterior de Poaceae (40%) e de Cyperaceae (>11,4%). Grãos de pólen associados à floresta indicam maior diversidade nessa subfase, apesar da manutenção de percentuais pouco expressivos, com ocorrência das famílias Melastomataceae (<1%), Myrtaceae (<2%), Euphorbiaceae (<1%) e Meliaceae (<1%). Nessa fase também foi contabilizado um grão de pólen do gênero *Zea*.

Os pteridófitos são representados por *Microgramma* (<1%), pelo gênero *Blechnum* (<1%), pela família Cyatheaceae (<1%), por Pteridophita (<1%) e *Polypodium* (<1%), também indicando a maior diversidade no diagrama, embora com percentuais muito baixos. É possível verificar a queda na concentração dos esporos de briófitos dos gêneros *Phaeoceros* (<8%) e *Sphagnum* (<5%) em relação à subfase anterior. Em contrapartida, aumentam os percentuais das algas como *Zygnema* (2%) estão presentes ao longo de toda a subfase, enquanto *Pseudoschizaea* (>3%) aumenta a sua frequência para o final do período. Subfase BA-2.2 (18 -10 cm, 03 amostras): Nessa subfase ocorre incremento dos percentuais de grãos de pólen associados à vegetação campestre com percentuais maiores das famílias Poaceae (>53%) e Cyperaceae (>17%). Em relação à subfase anterior, é constante o percentual da família Apiaceae (<12,5%) e do gênero *Senecio* (<3%), com ligeiro declínio do gênero *Eryngium* (<4,7%). Entre os briófitos ocorre pequena queda dos percentuais dos esporos de gênero *Phaeoceros* (<6%) e ligeiro aumento do gênero *Sphagnum* (5,8%). A subfase é marcada também por poucos grãos de pólen relacionados a floresta,

restritos as famílias Myrtaceae (<1%) e Betulaceae (<1%). Ocorrem também nessa subfase dois grãos do gênero *Zea*.

Subfase BA-2.3 (06 - 02 cm, 02 amostras): corresponde a porção superficial do testemunho. Entre os grãos de pólen relacionados ao campo ocorre aumento percentual da família Poaceae (>60%) e dos gêneros *Baccharis* (>18%) e queda de *Senecio* (1%). É possível observar declínio percentual da família Cyperaceae (8%) Apiaceae (4%) e do gênero *Eryngium* (<1%). Grãos de pólen relacionados a florestas se mantem com percentuais acessórios, representados por Podocarpaceae (<1%), Melastomataceae (<1%), Euphorbiaceae (<1%) e Meliaceae (<1%). A concentração de esporos de briófitos diminui, representados por *Phaeoceros* (1,3%) e *Sphagnum* (<2%).



Figura 12 - Diagrama palinológico de percentagem.

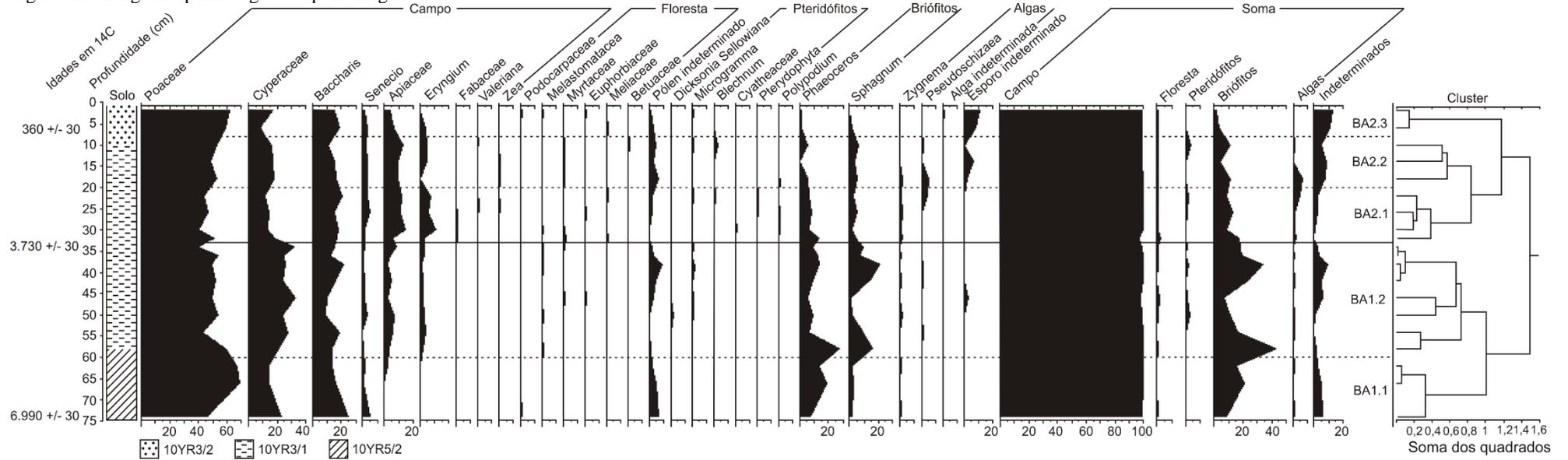
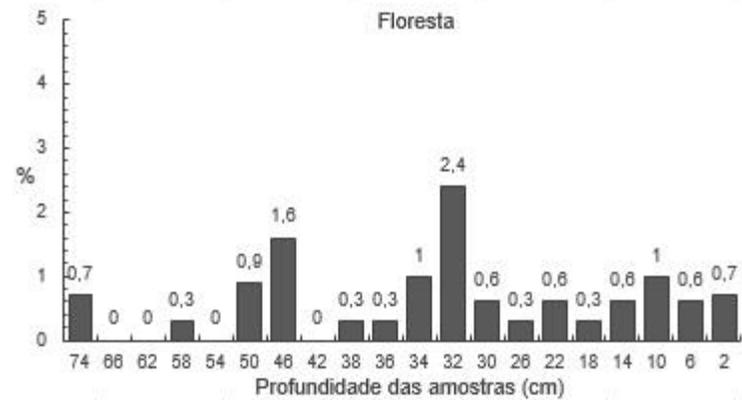


Figura: Elaborado pelo autor.

Figura 13 - Percentual de palinomorfos relacionados à floresta no testemunho - Fazenda Bananeiras.



Fonte: Elaborado pelo autor.



#### 4.4.3 O registro paleoambiental estudado

O diagrama palinológico de porcentagem e a síntese dos atributos ecológicos das famílias, gêneros e espécies identificados (Tabela 9), indicam que a área de estudo é dominada pela vegetação campestre desde o Holoceno médio há 6.990 +/- 30 anos AP. Grãos de pólen de plantas comuns em ambientes de campo, como os das famílias Poaceae, Cyperaceae, e Apiaceae e os gêneros *Baccharis* e *Senecio* constituem praticamente a totalidade dos palinomorfos contabilizados.

Esse registro, predominantemente ocupado por gramíneas, é de difícil interpretação, pois não permite a leitura paleoambiental fundamentada na oposição de percentuais significativos de famílias arbóreas a de famílias campestres. A sua interpretação, portanto, está fundamentada na composição provável dos campos, associada a maior ou menor ocorrência de indicadores de áreas alagadas e de famílias e de gêneros que abarcam tanto ervas quanto arbustos e árvores. As famílias típicas de florestas também são consideradas, enquanto componentes acessórios, tal como indicado pelos dados obtidos.

A presença constante de gramíneas como Cyperaceae e de briófitos, por exemplo, indica a ocorrência de teores de umidade do solo relativamente elevados durante o Holoceno Médio e Superior, apontando para ambiente com campos sujos que são mais úmidos e menos diversos entre 6,9 ka AP e 3,73 ka AP, e menos úmidos ou mais quentes e mais diversos entre 3,73 ka AP e o presente.

De fato, o briófito *Sphagnum* possui ecologia associada a ambiente subaquático ou sujeito a inundações por boa parte do ano, em brejos e pântanos e lagos rasos (JOLY, 2002). O gênero também ocorre em cumes de regiões montanhosas e no interior ou bordas de florestas úmidas (YANO *et al.*, 1985), o que não é o caso da área estudada. Igualmente, *Phaoceros* ocupa solos úmidos e sombreados, em margens de arroios, rios e vertentes (MENÉNDEZ, 1962), compondo ambiente bastante representativo do local estudado. Os percentuais mais importantes de *Baccharis*, igualmente, reforçam essa interpretação, indicando clima úmido sem estações secas marcadas na área estudada. Esse clima parece ter sido mais frio e úmido na primeira fase polínica e mais quente na segunda fase palinológica, justificando a maior diversidade de *táxons* em todas as formações florestais presentes no diagrama.

Tabela 9 - Síntese dos atributos ecológicos e agrupamento dos grãos de pólen e esporos identificados no estudo do testemunho da Fazenda Bananeiras.

Família, Espécie ou Gênero		Atributos ecológicos	Agrupamento No diagrama
Algas	Zygnemataceae	Algas de água doce; ambiente lacustre, palustre e solos úmidos com pouca profundidade	Algas
	<i>Zygnema</i>		
Briófitos	Anthocerotaceae	Ambiente subaquático	Briófitos
	<i>Phaeoceros laevis</i>		
	Sphagnaceae	Ambiente subaquático e parcialmente inundados	Briófitos
	<i>Sphagnum</i>		
Pteridófitos	Dicksoniaceae	Planta terrestre - sub-bosque	Pteridófitos
	<i>Dicksonia Sellowiana</i>		
	Polypodiaceae	Planta epífita ou rupestre	Pteridófitos
	<i>Microgramma</i>		
	Blechnaceae	Planta terrestre subarborescente ou rupestre	Pteridófitos
	<i>Blechnum</i>		
	Cyatheaceae	Planta terrestre de hábito arborescente	Pteridófitos
Polypodiaceae	Planta terrestre	Pteridófitos	
Pterydophyta	Planta terrestre	Pteridófitos	
Angiospermas	Melastomataceae	Ervas, arbustos ou árvores, comuns em todas as formações vegetais.	Floresta
	Myrtaceae	Árvores e arbustos, comuns em todas as formações vegetais	Floresta
	Euphorbiaceae	Ervas, arbustos, árvores ou lianas	Floresta
	Meliaceae	Árvores e arbustos	Floresta
	Valerianaceae	Ervas, subarbustos ou lianas, comuns nos campos de altitude	Campo
	Betulaceae	Árvores e arbustos	Floresta
	Fabaceae	Ervas, arbustos, árvores ou lianas, comuns em todas as formações vegetais.	Campo
	<i>Eryngium</i>	Ervas comuns em áreas alagáveis, podendo ocorrer em áreas secas	Campo
	Apiaceae	Ervas	Campo
	Asteraceae	Ervas, subarbustos, arbustos e menos frequentemente árvores ou lianas	Campo
	<i>Senecio</i>		
	Asteraceae	Ervas, subarbustos, arbustos e menos frequentemente árvores ou lianas	Campo
	<i>Baccharis</i>		
	Cyperaceae	Ervas comuns em áreas abertas e alagáveis e nas bordas de mata	Campo
Poaceae	Ervas, comum em todas as formações campestres	Campo	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ainda que a presença de *táxons* florestais não seja estatisticamente significativa no testemunho estudado, a ocorrência dos poucos grãos de pólen contabilizados sugere a presença de capões e matas galerias em ambientes próximos ao sítio estudado. Igualmente, pode-se observar o aumento, ou a maior constância, dos percentuais de *táxons* campestres arbustivos, como *Senecio* e *Baccharis* na fase BA-2. Essa fase também está associada à maior diversidade de *táxons* que são tipicamente florestais no diagrama, assim como ao aumento percentual de ervas bem adaptadas a ambientes diversos, como *Eryngium*, Apiaceae e Poaceae.

O cenário constituído indica aumento provável da temperatura e permanência de ambiente úmido associado ao depósito. A permanência de ambiente úmido ao longo do registro também é corroborada pelo aumento da concentração de grãos de pólen do gênero *Eryngium*, que é mais comum em áreas alagáveis, e é o principal gênero da família Apiaceae nas áreas de campo do planalto meridional brasileiro (IRGANG, 1973). O aumento da ocorrência do gênero *Eryngium* está associado à presença constante de grãos da família Poaceae e do gênero *Baccharis*, que também denuncia a ocorrência de campos “sujos” (BEHLING, 1995).

Ressaltamos a ocorrência de *Dicksonia sellowiana*, que é registrada desde 50 cm de profundidade em percentuais equivalentes aos percentuais dos *táxons* florestais. Com efeito, esse pteridófito necessita de áreas sombreadas de sub-bosque para se desenvolver (TRYON & TRYON, 1982; MANTOVANI, 2004), e está também associada à Floresta com Araucária (SEHNEM, 1978), reforçando a interpretação de ocorrência de floresta em área próxima ao sítio estudado, ainda que em percentuais pouco significativos.

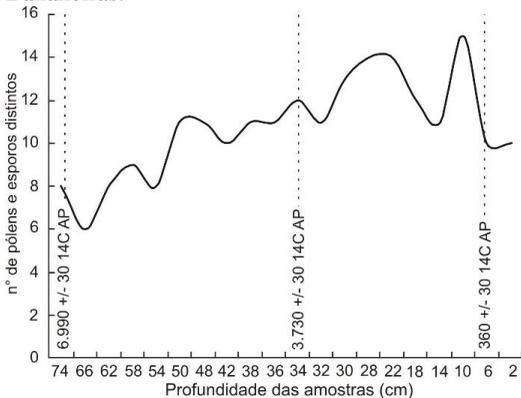
Outro palinomorfo presente na fase BA.2 do gênero *Zea* pode ser associado a presença humana pré-histórica na região da bacia hidrográfica, sendo possivelmente fruto de práticas de horticultura. Sua presença no testemunho pode ser explicada por sítios arqueológicos associados a grupos Jê meridionais situados a cerca de 200 metros da área core.

A diversidade de grãos de pólen e esporos aumenta da base para a superfície do testemunho, acompanhando possivelmente o aumento da temperatura e, pelo menos, a permanência da umidade no registro (Figura 14). Esse aumento é mais notável na fase BA-2, que pode ser associada cronologicamente ao período subsequente à passagem do Holoceno Médio para o Holoceno Superior.

Essa associação de caráter cronoestratigráfico é interessante, pois a passagem para o Holoceno Superior, em torno de 4.200 anos AP, foi definida a partir de alteração climática de caráter global, marcada por período de seca com duração de aproximadamente dois séculos nos continentes africano, norte-americano e sul-americano, em torno de 4.200 anos AP (WALKER *et al.*, 2012).

No litoral do estado de Santa Catarina, o início do Holoceno Superior também é marcado pelo aumento da diversidade de *táxons* florestais, acompanhado pelo aumento significativo de seus percentuais, a partir de aproximadamente 4.000 anos AP (BEHLING e OLIVEIRA, 2018). Porém, o testemunho da Coxilha Rica indica ambiente com características peculiares, distintas das de testemunhos litorâneos.

Figura 14 - Diversidade de grãos de pólen e esporos do testemunho Fazenda Bananeiras.



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.4.4 Continentalidade e registros palinológicos no Estado de Santa Catarina

A maior parte dos palinomorfos identificados no testemunho da Fazenda Bananeiras está relacionada à vegetação herbácea ou de hábitos arbustivos de baixa altura. Essas características indicam que a dispersão polínica é predominantemente local ou extra local, alcançando até 10 km (BAUERMANN *et al.*, 2002; KRASILOV, 1975). O número de palinomorfos identificados na análise, cuja dispersão pode ultrapassar 10 km é bastante reduzido, restritos a poucos grãos de pólen das famílias Fabaceae, Myrtaceae e Podocarpaceae, sendo interpretados como representantes da vegetação regional.

O alcance do transporte dos grãos de pólen tem reflexo direto em sua presença no depósito estudado. De modo que os resultados obtidos no trabalho refletem variações vegetacionais restritas ao entorno imediato da bacia hidrográfica do Arroio Cará, ou aos terrenos mais altos e relativamente planos que caracterizam o território da Coxilha Rica. Conseqüentemente, a baixa representatividade de palinóforos relacionados à floresta pode ter origem em efeitos tafonômicos de deposição e, principalmente, de transporte dos grãos de pólen em terrenos planálticos distantes do litoral. Nesse sentido, é preciso salientar a presença de um grão de pólen da família Betulaceae, o que pode ser explicado pela macro circulação atmosférica.

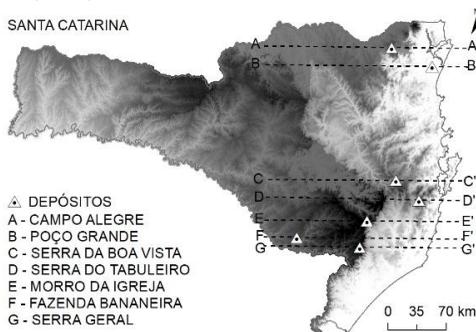
O baixo percentual de *táxons* florestais identificados no testemunho da Fazenda Bananeiras não encontra resultados similares para o Estado de Santa Catarina, onde as investigações palinológicas disponíveis apresentam porcentagens de florestas próximas ou superiores a 20% (BEHLING, 1995; LIMA, 2010; LIMA *et al.*, 2015; JESKE-PIERUSCHKA *et al.*, 2012), embora sempre em áreas muito próximas, ou nucleares da Floresta Ombrófila Densa e Ombrófila Mista. As figuras 14 e 15 ilustram a posição de alguns sítios estudados no Estado de Santa Catarina em relação à circulação litorânea a transectos topográficos no sentido Leste-Oeste.

Embora associados a campos de altitude, os depósitos da Serra da Boa Vista, Morro da Igreja e Serra do Rio do Rastro (BEHLING, 1995) estão localizadas em borda de planalto, a curta distância das escarpas erosivas da Serra Geral (Figuras. 15 e 16.C; 15 e 16.E e 15 e 16.G). Essas áreas estão expostas a circulação atmosférica e ventos de sul e leste podem estar contribuindo significativamente para o transporte de palinóforos depositados nelas. As turfeiras estudadas na Serra do Tabuleiro (JESKE-PIERUSCHKA, *et al.* 2012; BEHLING e OLIVEIRA, 2018) provêm de áreas nucleares de campo e Floresta com Araucária, limitadas pela altitude, mas geograficamente expostas e muito próximas da Floresta Ombrófila Densa, que domina a paisagem regional também ao longo da fachada litorânea (Figuras 15 e 16.D).

Geograficamente o depósito da Fazenda Bananeiras, no alto curso do Arroio Cará, está bastante afastado da borda do planalto (90 km) (Figuras 14 e 15.F). A área estudada encontra-se no maior núcleo de campos conhecido em Santa Catarina, conforme registros cartográficos de Klein (1978), e o seu registro indica que, mesmo com o aumento da temperatura e da umidade no Holoceno Médio e no Holoceno Superior, a Floresta com Araucária encontrou barreiras ambientais para o seu desenvolvimento. Essas barreiras estão provavelmente associadas à

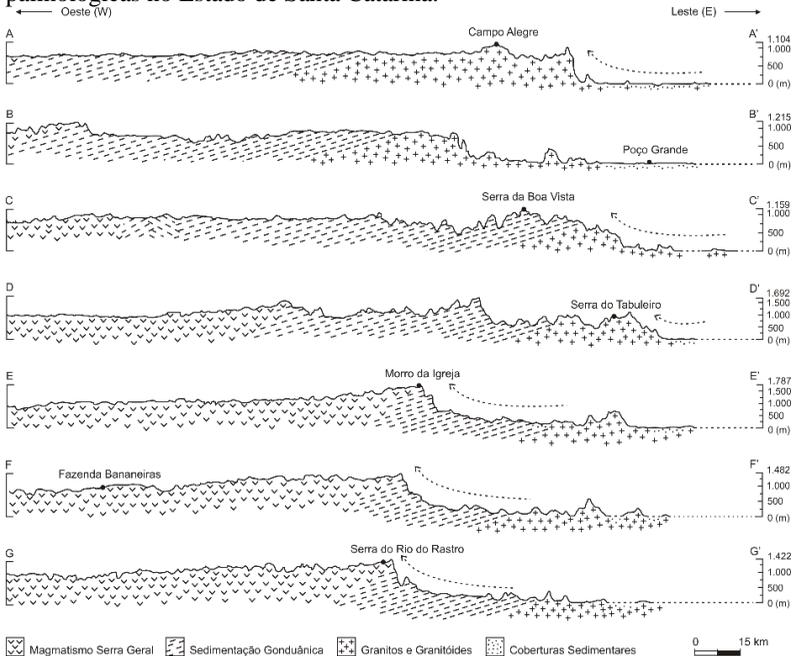
altitude, impedindo a ocupação de áreas de campos, e mantendo o domínio de paisagem pleistocênica campestre durante o Holoceno Médio e Superior.

Figura 15 - Localização dos depósitos com pesquisas palinológicas no Estado de Santa Catarina, conforme Behling (1995), Lima (2010) e Jeske-Pieruschka *et al.* (2012).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 16 - Perfis topográficos com a implantação dos depósitos com pesquisas palinológicas no Estado de Santa Catarina.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A predominância absoluta da vegetação campestre ao longo de todo o registro investigado decorre, portanto, da localização geográfica do depósito, que está situado no interior do que é hoje o maior núcleo de campos mapeado no planalto catarinense. Fato que nos leva a invocar a primeira lei da Geografia, “*everything is related to everything else, but near things are more related than distant things*” (TOBLER, 1970, p. 236). Os depósitos vão refletir primeiramente as características de cobertura vegetal próximas do seu sítio. No nosso estudo de caso revela o domínio da paisagem campestre ao longo de todo o registro, desde 6,9 ka antes do presente.

#### 4.5 CONCLUSÕES

Os resultados apresentados permitem inferir que a paisagem da Coxilha Rica, tal como refletida no alto curso do Arroio Cará, é dominada por campos desde 6,9 ka AP. Apesar disso, a análise mais atenta dos dados obtidos revela alteração da distribuição dos indicadores de umidade e de temperatura ao longo do Holoceno Médio, como revelado pela variação de briófitos como *Sphagnum* e *Phaeoceros* que diminuem de frequência da fase BA-1 para a fase BA-2. De fato, esses dois gêneros de briófitos estão melhor adaptados a condições de umidade elevada e de baixas temperaturas.

A diminuição desses esporos na fase BA2 pode estar associada à melhoria climática, com aumento de temperatura. Outra questão que deve ser mencionada é o ligeiro aumento de diversidade da floresta na fase BA 2.1, dados também registrados em trabalhos elaborados a partir de dados palinológicos de Behling (1995); Behling, *et al.* (1997); Behling *et al.* (2001), Behling *et al.* (2004); Behling e Pillar (2007); Lima (2010); Leonhardt e Lorscheiter (2010), Jeske-Pieruschka *et al.* (2012) e Behling e Oliveira (2018) e em dados de espeleotemas obtidos por Cruz Jr. (2003) em Botuverá (SC).

No Rio Grande do Sul, em Cambará do Sul, os dados de Behling *et al.* (2004), indicam expansão da Floresta com Araucária há cerca de 3.950 anos AP, enquanto em São Francisco de Paula essa expansão teria ocorrido a cerca de 4.000 anos AP (LEONHARDT e LORSCHTEITER, 2010). Ainda em São Francisco de Paula, resultados de Behling *et al.* (2001) demonstram expansão mais tardia da floresta, há 1.060 anos AP, embora apontando a vegetação de campo como a cobertura vegetal mais predominante. Os resultados mais recentes, portanto, indicam idades para a expansão inicial da Floresta com Araucária nas terras altas do Brasil

meridional que coincidem com os eventos globais que marcam o limite entre o Holoceno Médio e o Holoceno Superior, tal como proposto inicialmente por Walker *et al.* (2012), e mais recentemente ratificado, embora com outra nomenclatura, por Cohen *et al.* (2013).

A principal conclusão que deriva deste estudo, portanto, é que a paisagem do território cultural da Coxilha Rica, tal como ilustrada pelo registro palinológico obtido na bacia hidrográfica do Arroio Cará, esteve marcada pela predominância de vegetação campestre desde pelo menos o quarto inicial do Holoceno Médio, há aproximadamente 6.900 anos AP. Essa predominância reflete, provavelmente, a herança paleoambiental do último período de glaciação global, quando a umidade atmosférica esteve significativamente mais baixa do que a atual, associada a temperaturas médias globais frias. Essa herança parece atingir toda a paisagem regional do Planalto dos Campos Gerais.

A ocorrência de Floresta com Araucária na área de estudo aparenta ter sido sempre pouco expressiva, limitada a áreas mais baixas e marginais dos cursos d'água, ou em pequenos grupos de árvores isolados na paisagem. Essas informações podem ser reforçadas com o estudo de outros registros polínicos da área de estudo.

É importante também compreender melhor o significado ambiental da variação dos *táxons* campestres que dominam o testemunho da Fazenda Bananeiras. Identificar possíveis efeitos da ação do fogo sobre a vegetação na área de estudo demanda também, estudo específico direcionado ao registro de madeira carbonizada porventura presente no sedimento do testemunho estudado.

#### 4.6 REFERÊNCIAS

BARTH, O. M. Variações polínicas em espécies brasileiras da família rutaceae. **Paleobotânica e Palinologia na América do Sul**. Instituto de Geociências. USP. vol. 13, p.43-134, 1982.

BARTH, O. M. **Glossário Palinológico - parte complementar ao "Catálogo Sistemático dos Pólen das Plantas Arbóreas do Brasil Meridional"**. Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 1965.

BARTH, O. M., MELHEN, T. S. **Glossário Ilustrado de Palinologia**. Editora da UNICAMP, Campinas, 1988.

BARTH, O. M.; JUSTO, R. L.; BARROS, M. A. D. Catálogo sistemático do pólen das plantas arbóreas do Brasil meridional. XXX:

Meliaceae. **Revista Brasileira de Biologia**. n. 58, v. 3, p. 497-509, 1998.

BAUERMANN, S. G.; TOIGO, M. M.; BEHLING, H.; NEVES, P.C.P. Aspectos tafonômicos em palinologia do Quaternário. **Canoas, Pesquisas - Botânica**, n. 52, p. 223-239, 2002.

BAUERMANN, S.G. & NEVES, P.C.P. Métodos de Estudos em Palinologia do Quaternário e de plantas atuais. **Cadernos La Salle**, vol. 11, n. 2, p. 99-107, 2005.

BEHLING, H., a. Investigations into the Late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (S Brazil). **Vegetation History and Archaeobotany**. n. 4, p. 127-152, 1995.

BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, climate and fire history in the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais, Parana (South Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**. N. 97, p. 109-121, 1997.

BEHLING, H., BAUERMANN, S. G.; NEVES, P. C. P. Holocene environmental changes in the São Francisco de Paula region, southern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**. v.14, n. 6, p. 631-639, 2001.

BEHLING, H. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 177, p. 19-27, 2002.

BEHLING, H.; PILLAR, V. D.; ORLÓCI, L.; BAUERMANN, S. G. Late Quaternary Araucaria forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambara´ do Sul core in southern Brazil. **Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology Journal**, n. 203, p. 277-297, 2004.

BEHLING, H., WENG, C., BUSH, M. **Neotropical Fossil Key**. Department of Geoscience, University of Bremen, 2005.

BEHLING, H., PILLAR, V. Late Quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on the southern Brazilian highland and their implication for conservation and management of modern Araucaria

forest and grassland ecosystems. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**. Ser. B. n. 362, p. 243-51, 2007.

BEHLING, H.; JESKE-PIERUSCHKA, V.; SCHÜLER, L.; PILLAR, V. D. P. **Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio**. In: Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade, Brasília. MMA, p. 13-25, 2009.

BEHLING, H.; OLIVEIRA, M. T. D. Evidence of a late glacial warming event and early Holocene cooling in the southern Brazilian coastal highlands. **Quaternary Research**, v. 89, n. 1, p. 90-102, 2018.

BOCKMANN, A. M.; OLIVEIRA, M. A. T. **Estratigrafia de depósitos de turfeira na localidade do Campo do Ciama, Parque Estadual da Serra do Tabuleiro - SC**. In: XIV EGAL - Encuentro de Geógrafos de América Latina, 2013, Lima. Anales del XIV Encuentro de Geógrafos de América Latina 2013 Perú. Lima: Unión Geográfica Internacional Perú, 2013.

COHEN, K. M.; FINNEY, S. C.; GIBBARD, P. L.; FAN, J. X. The ICS International Chronostratigraphic Chart. **Episodes**, v. 36, p. 199-204, 2013.

CRUZ Jr. F. W. D. **Estudo Paleoclimático e Paleoambiental a partir de registros geoquímicos quaternários em espeleotemas das regiões de Iporanga (SP) e Botuverá (SC)**. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, 2003.

FAEGRI, K.; IVERSEN, J. **Textbook of pollen Analysis**. Hafner Press. New York, 1975.

IRGANG, B. E. **O gênero Eryngium L. (Umbelliferae) no Rio Grande do Sul**. Dissertação - Mestrado em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1973.

JESKE-PIERUSCHKA, V.; PILLAR, V.; OLIVEIRA, M.; BEHLING, H. New insights into vegetation, climate and fire history of southern Brazil revealed by a 40.000 year environmental record from the State Park Serra do Tabuleiro. **VegetHistArchaeobot**, vol. 22, p. 299-314, 2012.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 13ª ed. São Paulo, Editora Nacional, 2002.

KLEIN, R. M. **Mapa Fitogeográfico de Santa Catarina**. Flora Ilustrada Catarinense, V Parte – Mapa Fitogeográfico, Itajaí, 1978.

KRASILOV, V. A. **Palaeoecology of territorial plants. Basic principles and Techniques**. New York, John Wiley e Sons, 1975.

LEONHARDT A.; LORSCHBITTER, M. L. The last 25,000 years in the Eastern Plateau of Southern Brazil according to Alpes de São Francisco record. **Journal of South American Earth Sciences**, n. 29, p. 454-463, 2010.

LIMA, G. L. **Estratigrafia e palinologia e depósitos turfosos e alúvio coluviais quaternários no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e Planalto de São Bento do Sul, Santa Catarina**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2010.

LIMA, G. L.; TUROLO, D. S. OLIVEIRA, M. A. T. **Análise palinológica e estratigráfica de uma turfeira na Serra do Espigão – Lebon Régis (SC)**. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia, n° 69, p. 48, 2015.

MANTOVANI, M. **Caracterização de populações naturais de xaxim (*Dicksonia sellowiana* (Presl.) Hooker), em diferentes condições edafo-climáticas no estado de Santa Catarina**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MENÉNDEZ, G. G. H. **Estudio de las Anthocerotales y Marchantiales de la Argentina**. Tucumán, Universidad Nacional de Tucumán, Instituto Miguel Lillo, 1962.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro, 2ª ed, IBGE, 1989.

OLIVEIRA, M. A. T.; PESSEDA, L. C. R.; BEHLING, H.; LIMA, G. L.; FERREIRA, G. M. D. S. S. Registro de mudanças ambientais pleistocênicas e holocênicas em depósitos de cabeceira de vale: campo alegre, planalto norte catarinense (sc). **Revista Brasileira de Geociências**. vol. 36, n. 3, p. 474-487, 2006.

PLÁ Jr. M. A., CÔRREA, M. V. G., MACEDO, R. B. M., CANCELLI, R. R., BAUERMANN, S. G. **Grãos de Pólen: usos e aplicações**. Canoas, ULBRA, 2006.

RADAESKI, J. N., EVALDT, A. C. P., BAUERMANN, S. G., LIMA, G. L. Diversidade de grãos de pólen e esporos dos Campos do sul do Brasil: descrições morfológicas e implicações paleoecológicas. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 69, n. 1, p. 107-132, 2014.

RADAESKI, J. N. **Morfologia polínica de táxons de Poaceae do Rio Grande do Sul: uma abordagem para distinguir vegetações campestres e florestais no sul do Brasil**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pampa, São Gabriel, 2015.

SANTA CATARINA, **Atlas de Santa Catarina**. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral, Subchefia de Estatística, Geografia e Informática, Aerofoto Cruzeiro. Rio de Janeiro, 1986.

SEHNEM, A. Ciateáceas. In: REITZ, P. R. **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, p.1-116, 1978.

SILVA, E. V.; SILVA, A. C.; PEREIRA, R. C.; CAMARGO, P. B.; SILVA, B. P. C.; BARRAL, U. M.; MENDONÇA-FILHO, C. V. Composição lignocelulósica e isotópica da vegetação e da matéria orgânica do solo de uma turfeira tropical: I - composição florística, fitomassa e acúmulo de carbono. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 37, n. 1, p. 121-133, 2013a.

SILVA, E. V.; SILVA, A. C.; SILVA, B. P. C.; CAMARGO, P. B.; PEREIRA, R. C.; BARRAL, U. M.; BOTELHO, A. M. M.; VIDAL-TORRADO, P. Composição lignocelulósica e isotópica da vegetação e da matéria orgânica do solo de uma turfeira tropical: II - substâncias húmicas e processos de humificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 37, n. 1, p. 134-144, 2013b.

STANSKI, C. LUZ, C; F. P.; NOGUEIRA, A.; NOGUEIRA, M. K. F. S. Palynology of species in the Astereae and Heliantheae tribes occurring in the region of Campos Gerais, Paraná State, Brazil. **Iheringia**, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 68, n. 2, p. 203-214, 2013.

TOBLER, W. R. A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, vol. 46, Supplement: Proceedings. **International Geographical Union**. Commission on Quantitative Methods, p. 234-240, 1970.

TRYON, R. M.; TRYON, A. F. Ferns and allied plants with special reference to tropical America. **New York**: Springer Verlag, p.144-149, 1982.

WALKER, M. J. C.; BERKELHAMMER, M.; BJÖRCK, S.; Cwynar, L. C.; FISHER, D. A.; LON, A. J. G.; LOWE, J. J.; NEWNHAM, R. M.; RASMUSSEN, S. O.; WEIS, H. S. Formal subdivision of the Holocene Series/Epoch: a Discussion Paper by a King Group of INTIMATE (Integration of ice-core, marine and terrestrial records) and the Sub commission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy). **Journal of Quaternary Science**, n. 27, v.7, p. 649-659, 2012.

YANO, O.; PIRANI, J. R.; SANTOS, D. P. O gênero *Sphagnum* (Bryopsida) nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, n. 8, p. 55-80, 1985.



## **5 CRONOLOGIA JÊ MERIDIONAL E OS NOVOS DADOS PARA O ALTO CURSO DO ARROIO CARÁ - COXILHA RICA, LAGES, SC**

### **Resumo**

Este trabalho apresenta os resultados do estudo arqueológico de dois conjuntos de estruturas subterrâneas relacionadas a grupos Jê meridionais, localizadas no alto curso do Arroio Cará, no território cultural da Coxilha Rica, situada no Planalto dos Campos Gerais em Santa Catarina, sul do Brasil. A revisão dos dados cronológicos disponíveis para sítios Jê meridionais possibilitou identificar a maior concentração de datas entre 800 e 1.600 AD. Foram obtidas três novas datas em  $^{14}\text{C}$  para os sítios pesquisados: 680 +/- 30 anos  $^{14}\text{C}$  AP para o sítio SC.PQ.17 e 1.440 +/- 30 anos  $^{14}\text{C}$  AP e 350 +/- 30  $^{14}\text{C}$  anos AP para o sítio SC.PQ.18. A ocupação mais recente, do sítio arqueológico SC.PQ.18, pode estar relacionada ao grupo cartografado por Curt Nimuendajú junto aos rios Canoas e Pelotas como ‘Pinaré’.

### **5.1 INTRODUÇÃO**

Este artigo apresenta os resultados da pesquisa realizada nos sítios arqueológicos Fazenda Bananeiras I (SC.PQ.17) e Fazenda Bananeiras II (SC.PQ.18), localizados no alto curso do Arroio Cará, região da Coxilha Rica, no Planalto dos Campos Gerais, município de Lages, estado de Santa Catarina. O trabalho visa obter um quadro cronológico da ocupação dos povos Jê Meridionais, durante o Holoceno Superior nas terras altas do Planalto Meridional. Integra o projeto interdisciplinar ”Arqueologia e Paleoambiente do Arroio Cará – ARCA” (PERIN, 2016) que objetiva investigar a justaposição temporal desses grupos com a franca expansão da Floresta com Araucária em oposição à permanência de grandes núcleos campestres até o Holoceno Superior.

As informações e reconstruções linguísticas apresentadas em Guérios (1945), Davis (1966), Maybury-Lewis (1979) e Urban (1998) indicam que o proto-Jê tem origem em alguma área situada entre as nascentes dos rios Araguaia e São Francisco e sua migração para o sul remonta há 3.000 anos. Informações de Wiesemann (1978) indicam que o primeiro grupo a migrar foi o Xokleng, ocupando a encosta e borda do planalto da Serra Geral catarinense. Outras migrações para o sul chegaram ao Planalto Rio-grandense.

A presença destes grupos na região planáltica do Brasil meridional e nas encostas da Serra Geral consta também no Mapa Etnográfico de Curt Nimuendajú de 1944 (IBGE, 1987). Para Wiesemann (1978) e Veiga (2006), o processo de migração acabou por diferenciar também a língua falada, sendo a mais antiga a dos índios Xokleng, na porção leste de Santa Catarina, e a mais recente a Kaingang, na porção oeste, sul e norte do Planalto Meridional. O Kaingang seria falado em cinco dialetos, o mais recente em São Paulo, seguido daquele do Paraná, oeste de Santa Catarina e os dois mais antigos no Rio Grande Sul.

Em contraponto, o estudo de Jolkesky (2010) também com uso da glotocronologia, indica que o proto-Jê meridional divergiu linguisticamente em dois grupos: o oriental formado por Kaingang e Xokleng no Brasil meridional, e o ocidental, composto pelos grupos extintos Ingain e Kindá, que ocuparam territórios do alto Paraná. Os dados obtidos por Jolkesky (2010) indicam que a divergência linguística a partir do ancestral comum ocorreu por volta de 840 AD e a data de fissão dos idiomas falados pelos Kaingang e Xokleng é ainda mais recente, ao redor de 1.390 AD, final do século XIV.

Conforme Snow (1977), os estudos derivados do método da glotocronologia podem produzir informações importantes, desde que utilizadas com ressalva, pois comumente os dados linguísticos disponíveis não são suficientemente extensos para fazer datações adequadas. Portanto, é pouco prudente considerar tais informações em detrimento de dados arqueológicos.

A hipótese de Schmitz *et al.* (2009) sobre a imigração dos grupos Jê para o sul, sugere que ela ocorreu com a infiltração de sucessivas levas formadas por grupos pequenos, que não recusaram contatos ou mesmo associações com as populações pré-existentes. A partir de 2.000 anos AP, as migrações Tupi-Guarani, caracterizadas pela colonização sistemática dos territórios, nos vales dos grandes rios e seus principais afluentes, acaba por deslocar os grupos Jê para as terras mais altas e frias. Noelli (2000) também afirma que o avanço Tupi-Guarani pelo litoral a partir de 700 anos AP, forçou o deslocamento dos grupos Jê para o interior.

Conforme Noelli e Souza (2017), a delimitação entre os territórios dos Jê Meridionais e seus ancestrais proto-Jê, foi muito influenciada pelas disputas com grupos Tupi, que separaram as áreas ocupadas em parte da Serra do Mar de São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e também em áreas do interior de Minas Gerais e São Paulo. Essas ocupações estabeleceram o vale do Ribeira como o limite litorâneo setentrional por volta de 2 mil AP. Os Guarani impuseram recortes territoriais ainda mais

amplos, comprimindo os Jê meridionais nas terras altas da Serra Geral desde o centro-sul do Paraná até o Planalto Rio-grandense.

Os dados arqueológicos apontam ainda que os Guarani isolaram os territórios Jê no alto Paranapanema e médio Iguazu entorno de 1.800 AP; os expulsaram do litoral meridional a partir de 1.200 a 1.000 AP, comprimiram grupos no alto rio Uruguai a aproximadamente 1.500 AP, os empurraram para os campos de Caxias do Sul a cerca de 1.900 AP e separaram territórios dos vales do Ribeira e Tibagi por volta de 1.500 AP, criando duas áreas nucleares de ocupação Jê que duraram até o século XVII (SILVA e NOELLI, 2016).

De acordo com Souza *et al.* (2016), foi nos territórios do alto Uruguai, a leste dos rios Canoas e Pelotas, que surgiram os aterros geométricos, como monumentos marcadores territoriais, refletindo também uma maior complexidade social. *Vis a vis*, tais dinâmicas territoriais e demográficas marcam a ocorrência de conflitos e também de trocas, a ponto de encontrarmos no ‘léxico Kaingang’ várias palavras de origem Guarani.

Diante desse cenário, este trabalho estabelece um quadro geral dos dados cronológicos disponíveis para os sítios arqueológicos relacionados aos grupos Jê meridionais, suas implicações em termos de ocupação do território, cultura material e tipologia dos assentamentos. Por intermédio das datações radiocarbônicas obtidas nas estruturas subterrâneas (*pit house*) dos sítios pesquisados (SC.PQ.17 e SC.PQ.18) foi possível situar temporalmente parte da ocupação Jê no território conhecido como Coxilha Rica. Os resultados demonstram que sua ocupação alcança 1.440 anos AP, estendendo-se até metade do século XVII.

## 5.2 CULTURA MATERIAL

A cerâmica é o principal marcador da cultura material Kaingang e Xokleng. Seu estudo comparativo indica que ela guarda elementos de continuidade com seus ascendentes pré-coloniais, em relação ao processo de manufatura e construção dos recipientes, sendo impossível diferenciar esses povos por intermédio da cerâmica pré-colonial (SILVA, 1999). Noelli (2000) indica que tanto a tecnologia quanto a aparência da cerâmica são comuns e derivadas da mesma matriz cultural dos povos Jê. Também são escassas as informações arqueológicas para diferenciar arqueologicamente a cultura material Kaingang e Xokleng dos povos extintos Ingain e Kindá, que ocuparam territórios no alto Paraná (JOLKESKY, 2010; CORTELETTI, 2012).

Durante a década de sessenta do século XX, Brochado *et al.* (1968), no âmbito do Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas (PRONAPA), utilizaram o conceito de tradição arqueológica de Willey e Phillips (1980), focado na dispersão temporal e nos dados morfológicos dos vestígios culturais, para agrupar os sítios proto-Jê em três tradições arqueológicas: Casa de Pedra, Taquara e Itararé.

Os vestígios cerâmicos que foram relacionados à Tradição Casa de Pedra possuem superfícies lisas e polidas, com coloração que varia entre amarela, marrom e preta. Os utensílios cerâmicos apresentam formas típicas de grandes tigelas arredondadas, com paredes delgadas, base espessa e lábios biselados.

A cultura material dos sítios relacionados à Tradição Taquara foi caracterizada por recipientes cerâmicos pequenos com superfície lisa e coloração escura ou marrom. As técnicas decorativas são diagnósticas dessa cultura apresentando vários padrões plásticos, como o ponteador; combinações de unglado, pinçado e inciso. Os elementos decorativos podem cobrir toda a superfície exterior dos objetos, ou de forma zonal, geralmente na porção superior da vasilha. Os recipientes são pequenos, com paredes delgadas, em tigelas rasas e jarros cilíndricos fundos com a base arredondada, levemente aplanada (BROCHADO *et al.*, 1968).

A cerâmica característica da Tradição Itararé apresenta formas simples, lisas, de cor marrom-avermelhada a cinza-escura. A única técnica decorativa é um engobo vermelho, presente em menos de 10% dos fragmentos. Os recipientes possuem base arredondada, plana ou côncava com a boca ampliada, relacionados a tigelas ou jarros (BROCHADO *et al.*, 1968).

Revisões posteriores sugerem que essas diferenças morfológicas e decorativas não são significativas, propondo sua junção e identificação como uma única tradição arqueológica denominada de Taquara-Itararé (MILLER, 1971; ARAUJO, 2007). Para Noelli (2000), a sistematização das tradições arqueológicas do PRONAPA desconsiderou dados históricos e etnográficos, considerando erroneamente que estas seriam a continuidade regional e temporal da Tradição Humaitá, após a adoção por difusão da cerâmica, da horticultura e da técnica de polimento em artefatos líticos.

A análise comparativa da cerâmica Jê meridional realizada por Souza (2009) sugere a existência de estilos locais representativos de territórios mais ou menos extensos, similares às fases criadas no âmbito do PRONAPA. Porém, não são percebidas mudanças abruptas no registro arqueológico proto-Jê até o início do período colonial. A análise indica que a adoção da cerâmica parece estar relacionada ao processo de

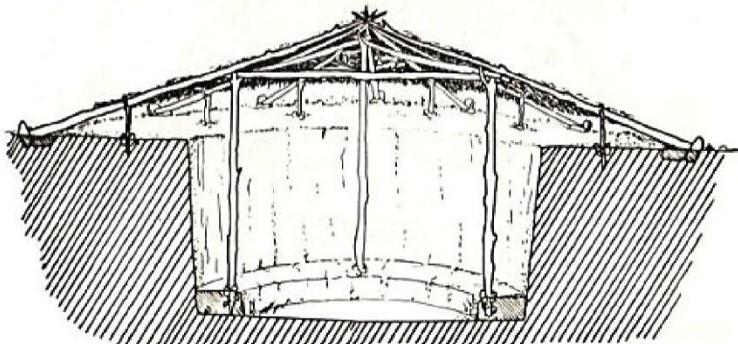
sedentarização decorrente do crescimento demográfico, do manejo florestal e da adoção da horticultura.

Nesse contexto, são importantes as observações de Oppitz (2015) sobre a antiguidade dos vestígios cerâmicos nos sítios litorâneos de Santa Catarina, onde ocorrem comumente sobrepostos a sambaquis e alcançam aproximadamente 1.400 anos AP, permanecendo até entorno de 600 AP, pouco antes do surgimento dos primeiros sítios Guarani conhecidos na costa. A produção de cerâmica e sua presença no registro arqueológico tradicionalmente foi associada ao surgimento da agricultura e da complexidade social, acarretando em mudanças no modo de vida das populações. Contudo, para o litoral central de Santa Catarina, os dados de Oppitz (2015) indicam que o papel da cerâmica esteve mais ligado à manutenção de padrões de dieta e não de sua mudança.

### 5.3 TIPOLOGIA

A tipologia mais numerosa dos sítios arqueológicos atribuídos aos Jê meridionais é a das estruturas subterrâneas e semi-subterrâneas (Figura 17), comumente denominadas como casas subterrâneas (SCHMITZ, 1988) ou estruturas escavadas (CALDARELLI e HERBERTS, 2005; COPÉ, 2015). Essas estruturas são caracterizadas por depressões topográficas de formato circular a ovalado, apresentando dimensões variadas. Ocorrem isoladas, aos pares, geminadas, ou em agrupamentos que, no Planalto Catarinense, ultrapassam uma centena.

Figura 17 - Representação de uma estrutura subterrânea (*pit house*) com três esteios centrais de sustentação do telhado.

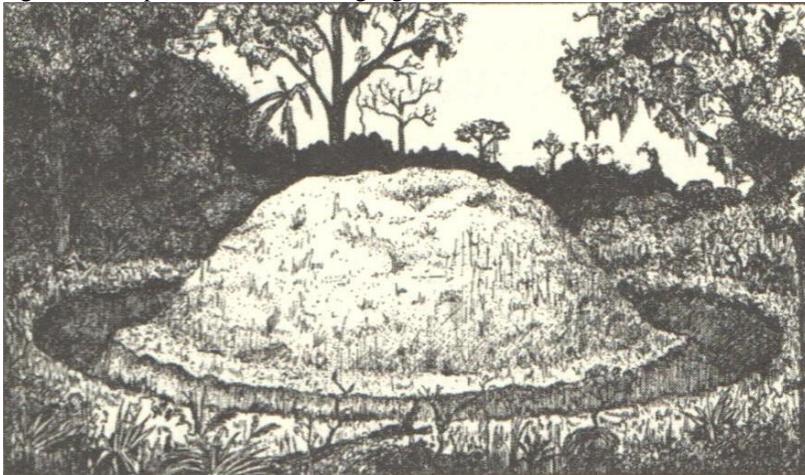


Fonte: La Salvia (1983, p. 21).

Em menor número, ocorrem também os montículos (mounds) funerários (Figura 18) e complexos de estruturas muradas anelares ou aterros geométricos, geralmente circulares, sítios líticos e lito-cerâmicos. Foram identificados também ocupações em abrigos rochosos e em galerias subterrâneas, estas escavadas pela fauna pleistocênica (BUCHMANN *et al.*, 2009).

Hipótese corrente na arqueologia Jê, considera os conjuntos de estruturas subterrâneas como o resultado de longos ciclos de abandono e reocupação. Todavia, essa hipótese é fundamentada apenas na interpretação de perfis estratigráficos, tipologia dos artefatos e em número reduzido de datações por radiocarbono ( $^{14}\text{C}$ ), para cada estrutura investigada.

Figura 18 - Sepultura circular Kaingang.



Fonte: Gravura publicada em Métraux (1946, p. 466), redesenhada a partir da ilustração de Manizer (1930, p. 767). Extraída de Veiga (2006, p. 232).

Outra hipótese é apresentada por Souza *et al.* (2016b), decorrente do estudo sistemático de uma estrutura subterrânea no sítio Baggio I, no município de Campo Belo do Sul, no Planalto Catarinense. Nessa estrutura foram identificados e datados doze níveis de ocupação, cujas idades em  $^{14}\text{C}$  demonstram que a estrutura subterrânea pesquisada foi ocupada por três séculos. As datações indicaram, de fato, uma ocupação temporal contínua que se estende de aproximadamente 630 a 280 AP, sem evidências de grandes períodos de abandono, segundo os autores.

As informações etno-históricas atribuem aos grupos Xokleng a prática da cremação dos mortos (MONTROYA, 1951; HENRY, 1964) que passa a ocorrer em decorrência da desterritorialização, o que os obrigou a viver em pequenos grupos em constante mobilidade, ocupando acampamentos provisórios (NOELLI, 2000). Os Kaingang também cobriam seus enterramentos com montículos e estruturas anelares de terra (MANIZER, 2006).

Os sítios de estrutura anelar, contendo ou não montículos no interior de muros de terra em relevo, foram documentados inicialmente por Menghin (1957), em Missiones (Argentina) e, posteriormente, por Rohr (1971), Chmyz e Sauer (1973) e Ribeiro e Ribeiro (1985), nos três estados do sul do Brasil. As interpretações dos autores oscilavam entre “danceiros” e estruturas funerárias (ou ambos associados, sendo as danças a parte do ritual funerário), pois até aquele momento não havia sido encontrado material ósseo no interior das estruturas pesquisadas, que comprovassem atividades funerárias. Apenas recentemente, em pesquisas realizadas nos vales dos rios Canoas e Pelotas, foi comprovada a presença de ossos humanos calcinados em estruturas semelhantes (DE MASI, 2003; COPÉ *et al.*, 2002 e CALDARELLI, 2002).

Os dados arqueológicos obtidos por Müller (2011) em sítios funerários na bacia do rio Pelotas revelaram que, tanto nos aterros murados, quanto no interior dos montículos, não existem indícios materiais que remetam à função de habitação. As estruturas de cremação estão localizadas na base dos montículos, indicando que sua construção ocorre após a cremação. A análise dos fragmentos ósseos identificados revelou fissuras ósseas decorrentes da ação do fogo: durante o ritual os corpos foram cremados em alta temperatura, conferindo aos fragmentos a coloração branca, decorrente da calcinação (MÜLLER, 2008; 2011).

As escavações do sítio RS-PS-21 em Pinhal da Serra, no Planalto Rio-grandense, realizadas por Copé e Saldanha (2002) também apontam para a função funerária do montículo pesquisado. Essas informações, em parte, estão de acordo com as descrições etno-históricas de Kempf (1947) e Henry (1964).

Aterros geométricos e montículos surgem a partir do último milênio (IRIARTE *et al.*, 2008; CORTELLETI, 2012), caracterizados por estruturas circulares, elípticas, retangulares ou com anexos que conferem formato próximo a uma fechadura. Seus aterros possuem até 1 m de altura com 1 a 6 m de largura e o diâmetro varia entre 10 e 180 m (RIBEIRO e RIBEIRO, 1985; SOUZA *et al.*, 2016).

Apesar das imprecisões apontadas em D’Angelis (2006), os dados etnográficos relatados por Mabilde (1987) indicam que os Kaingang

históricos do Rio Grande do Sul sepultavam apenas os caciques das tribos em montículos. As informações disponíveis para os Xokleng de Santa Catarina indicam que também sepultavam seus líderes em montículos, de forma secundária, após cremar os corpos (LAVINA, 1994). Essas informações estão de acordo com a proposta de Binford (1971) que, ao interpretar sociedades pré-históricas por intermédio das práticas funerárias, indica que a importância e o status social do indivíduo em vida será materializado no tratamento que receberá após a morte.

#### 5.4 PADRÃO DE ASSENTAMENTO

As primeiras tentativas de explicar o sistema de assentamento dos construtores de casas subterrâneas, baseadas em dados etno-históricos, pressupõem a existência de ocupações sazonais para as terras altas, realizadas por pequenos grupos seminômades. Os assentamentos seriam distintos, conforme as diferenças ambientais sazonais, principalmente relacionadas à disponibilidade de alimentos. No verão e outono, época de abundância de recursos, os assentamentos estariam localizados na proximidade de rios e lagos. No inverno, seriam ocupadas as terras altas em função da disponibilidade de pinhão. Na primavera, ocorriam dispersões de grupos menores devido à escassez de recursos (SCHMITZ e BECKER, 1991).

O padrão de mobilidade para os grupos Xokleng proposto por Lavina (1994), com base em dados etno-históricos, sugere alta mobilidade para o período da primavera e verão, quando os grupos ocupavam as encostas da Serra Geral e baixa mobilidade para o outono e inverno, nas terras altas. Ao contrário, Farias (2005) sugere que a encosta constitui espaço amplo e diverso, abrigando áreas de ecótono com significativa quantidade de recursos, disponíveis durante o ano todo, que possibilitava estabilidade para os grupos pré-históricos que habitaram a região em momento anterior ao contato com a sociedade europeia. A cultura material presente nos sítios pesquisados, sugere também a possibilidade de continuidade entre sociedades de grupos caçadores-coletores antigos e a ocupação Jê da encosta atlântica de Santa Catarina.

O modelo Xokleng proposto por Farias (2005) para esta região, sugere a existência de assentamentos estáveis com cabanas equidistantes em 50 a 100 metros onde habitariam de 50 a 100 pessoas distribuídas em aproximadamente uma dezena de unidades. Estas eram ligadas por trilhas a outras cabanas menores e menos elaboradas, ocupadas por até vinte pessoas, durante incursões de caça e coleta. Cabanas amplas e mais elaboradas eram necessárias para rituais de perfuração dos lábios que

atraiam pessoas de outras regiões. A comparação entre o modelo Xokleng com os dados arqueológicos disponíveis, a distribuição espacial dos sítios e informações orais e documentais, realizada por Claudino (2011), indica que o modelo não é totalmente compatível com a realidade arqueológica da área de Rio Fortuna, região do alto curso do rio Tubarão, sudeste de Santa Catarina.

Estudos sistêmicos recentes identificam contemporaneidade e sobreposição espacial das diferentes tipologias de sítios arqueológicos, indicando que a variabilidade está relacionada à função dos sítios arqueológicos dentro de sistemas de assentamentos regionais complexos (DE MASI, 2009; CORTELETTI *et al.*, 2015; COPÉ, 2015; SOUZA, 2015; SOUZA *et al.*, 2016). No baixo Vale do Rio Canoas, De Masi (2009) sugere baixa mobilidade para os grupos proto-Jê durante o ano todo, incluindo a prática da agricultura e a produção cerâmica, em um horizonte cronológico entre 1.440 - 1.640 anos AD.

A pesquisa de microfósseis vegetais desenvolvida por Corteletti *et al.* (2015) em fragmentos cerâmicos provenientes de uma estrutura subterrânea do sítio Bonin no alto Canoas, em Urubici (SC), revelou o consumo de mandioca (*Manihot esculenta*), feijão (*Phaseolus sp.*), milho (*Zea mays*), abóbora (*Curcubita sp.*) e possivelmente inhame (*Discorea sp.*). Os dados mostram que os grupos proto-Jê tinham em sua dieta uma série de alimentos vegetais e praticaram a horticultura antes do período colonial, permitindo sua permanência nas terras altas durante o ano todo, sem a necessidade de deslocamentos para a encosta e o litoral.

O estudo dos centros cerimoniais e sistemas de assentamentos apresentado por Souza (2015), propõe que os territórios Jê eram organizados a partir de: 1) conjuntos densos de casas subterrâneas que funcionaram como lugares centrais, distantes até meio dia de caminhada de outros conjuntos de casas isoladas; 2) aterros circulares de pequenas dimensões com montículos funerários, servindo a grupos que habitavam conjuntos de casas subterrâneas próximas, e 3) aterros circulares de grandes dimensões, como centros cerimoniais nas fronteiras dos territórios.

Ainda em relação às áreas com sepultamentos no alto Uruguai, Saldanha (2008) indica a ocorrência de dois padrões distintos para as áreas de Bom Jesus e Pinhal da Serra no Planalto Rio-grandense. Os sepultamentos de Bom Jesus estão localizados em abrigos rochosos, locais abertos que permitem o contato e o manuseio dos restos mortais. Nestes sítios os mortos estão “junto dos vivos”, permitindo encontros físicos e sepultamentos coletivos que proporcionariam laços comunais amplos. Em Pinhal da Serra, os sepultamentos estão cremados e

encerrados em montículos cercados por aterros geométricos. Essas estruturas separam a pessoa sepultada de sua comunidade, marcando a ancestralidade em um ponto da paisagem, e a identidade dos indivíduos vivos passaria por sua descendência.

A pesquisa de Souza *et al.* (2016) sobre os processos de expansão populacional, contatos e estabelecimentos de fronteiras no Planalto Catarinense, indica que os complexos de aterros murados surgem paulatinamente como resposta à migração de grupos Tupi-Guarani e suas primeiras incursões sobre territórios proto-Jê do sul, pelo Vale do Rio Uruguai. Os dados indicam que montículos estão concentrados em áreas onde o contato foi evitado. Assim, esses sítios constituíam um elemento importante na definição das fronteiras dos territórios, funcionando como marcos de resistência aos grupos invasores (SOUZA, 2016). Não pode ser desconsiderada também, a possibilidade de contatos interétnicos com outros grupos, conforme informações apresentadas em DeBlasis *et al.* (2014), Iriarte *et al.* (2017) e Reis *et al.* (2018).

## 5.5 CRONOLOGIA

Os dados cronológicos disponíveis na bibliografia para os sítios proto-jê (Tabelas 10 a 13) alcançam 2.858 +/- 35 anos AP para o Abrigo Jaguariaíva, no segundo Planalto Paranaense (Parellada, 2016) e 2.640 +/- 40 anos AP, no sítio SC.CL.43 escavado por Schmitz *et al.* (2010) em São José do Cerrito, no Planalto Catarinense. Esses dados poderiam confirmar em parte a proposta de Urban (1998), contudo, sua associação com grupos Jê meridionais é incerta, pois não existem muitos dados a respeito do seu contexto arqueológico, que pode estar relacionado a grupos caçadores coletores.

Uma data de 690 AC (2.640 +/- 40 AP) obtida por Schmitz *et al.* (2010) em uma fogueira sob o aterro associado a uma estrutura subterrânea do sítio SCCL43 em São José do Cerrito (SC), é interpretada pelos pesquisadores apenas como uma ocupação recuada sem filiação cultural. De Masi (2005) também obteve uma data de 560 AC (2.510 +/- 40 anos AP) para um sítio lito-cerâmico a céu aberto no município de Anita Garibaldi (SC). O horizonte cronológico revelado por essas datas marca ocupações com poucas informações arqueológicas, sendo difícil estabelecer sua relação com os Jê Meridionais, cujos sítios são mais frequentes a partir do início da era cristã.

As datações em <sup>14</sup>C obtidas por Caldarelli e Herberts (2002) para o sítio Quebra Queixo-22, às margens do Rio Chapecó, no município de Ipuçu, oeste de Santa Catarina, indicam que a ocupação do planalto por

esses grupos estendeu-se até o período histórico, entre 1.800 e 1.850 anos AD.

Tabela 10 - Datas em  $^{14}\text{C}$  e TL disponíveis para os sítios Jê no estado do Paraná.

Município	Sítio	C14 – TL*	Código	Fonte
Jaguariaíva	Abrigo Jaguariaíva	2.858 ± 035 AP	LACUFF 150050	Parellada (2016)
Ventania	Caverna Morro Azul	1.941 ± 035 AP	LACUFF 150057	Parellada (2016)
Sengés	Abrigo da Janela	1.790 ± 210 AP	ANUA 19227	Parellada (2005)
Bituruna	PRUV47	1.635 ± 100 AP	SI-5014	Chmyz <i>et al.</i> (2009)
União da Vitória	PRUV17	1.475 ± 065 AP	SI 2197	Chmyz <i>et al.</i> (2009)
Bituruna	PRUV48	1.420 ± 050 AP	BETA 22647	Chmyz <i>et al.</i> (2009)
S. Mateus do Sul	Nhapindazal	1.150 ± 040 AP	BETA 256211	Chmyz <i>et al.</i> (2009)
Ortigueira	Arroio Belo 6	1.130 ± 60 AP*	LACIVID (TL)	Chmyz <i>et al.</i> (2009)
Piraquara	Bar Piraquara	1.051 ± 037 AP	LACUFF 150048	Parellada (2016)
S. Mateus do Sul	PRSM17	1.030 ± 050 AP	BETA 256210	Chmyz <i>et al.</i> (2009)
Mandirituba	PRCT93	940 ± 070 AP	BETA 180903	Chmyz <i>et al.</i> (2003)
Foz do Jordão	Barragem 7 Fundão	922 ± 033 AP	LACUFF 150056	Parellada (2016)
S. Mateus do Sul	PRSM17	920 ± 040 AP	BETA 256209	Chmyz <i>et al.</i> (2009)
Dr. Ulysses	Fazenda Marrecas 4	890 ± 180 AP	ANUA 19223	Parellada (2005)
Ubiratã	PRUB4	855 ± 095 AP	SI 2193	Chmyz (1981)
Mandirituba	PRCT93	850 ± 050 AP	BETA 180904	Chmyz <i>et al.</i> (2003)
Campo Largo	PRCT53	848 ± 070 AP	BETA 22644	Chmyz (1995)
Curiúva	PRSA6	837 ± 060 AP*	LACIVID-TL	Chmyz <i>et al.</i> (2008)
Bituruna	PRUV12	810 ± 090 AP	SI 892	Chmyz <i>et al.</i> (2003)
União da Vitória	PRUV1	800 ± 050 AP	SI 141	Chmyz (1967)
Ubiratã	PRUB4	735 ± 095 AP	SI 2194	Chmyz (1981)
Curiúva	PRSA8	735 ± 050 AP*	LACIVID-TL	Chmyz <i>et al.</i> (2008)
Dr. Ulysses	Walgimiro Matos 1	730 ± 150 AP	ANUA 19224	Parellada (2005)
Arapoti	PRWB1	706 ± 047 AP*	LACIVID-TL	Chmyz <i>et al.</i> (2008)
Mandirituba	PRCT93	680 ± 070 AP	BETA 180907	Chmyz <i>et al.</i> (2003)
Bituruna	PRUV11	680 ± 070 AP	SI 1010	Chmyz <i>et al.</i> (2003)
Mandirituba	PRCT93	660 ± 060 AP	BETA 180906	Chmyz <i>et al.</i> (2003)
Arapoti	PRWB5	654 ± 043 AP*	LACIVID-TL	Chmyz <i>et al.</i> (2008)
Mandirituba	PRCT91	650 ± 045 AP*	LACIVID-TL	Chmyz <i>et al.</i> (2003)
Arapoti	PRWB3	636 ± 043 AP*	LACIVID-TL	Chmyz <i>et al.</i> (2008)
Bituruna	PRUV12	623 ± 120 AP	SI 1010	Chmyz (1981)
Bituruna	PRUV12	605 ± 120 AP	SI 691	Chmyz (1981)
Mangueirinha	PRMN4	595 ± 060 AP	SI 6396	Chmyz (1981)
Mandirituba	PRCT93	580 ± 060 AP	BETA 180905	Chmyz <i>et al.</i> (2003)
Curiúva	PRRP10	560 ± 060 AP*	LACIVID-TL	Chmyz <i>et al.</i> (2008)
Arapoti	PRWB16	504 ± 040 AP*	LACIVID-TL	Chmyz <i>et al.</i> (2008)
Arapoti	PRSA2	504 ± 040 AP*	LACIVID-TL	Chmyz <i>et al.</i> (2008)
Ubiratã	PRUB4	470 ± 095 AP	SI 2192	Chmyz (1981)
Campo Largo	PRCT53	458 ± 050 AP	BETA 22646	Chmyz (1995)
Bituruna	PRUV12	255 ± 100 AP	SI 692	Chmyz <i>et al.</i> (2003)
Porto Vitória	PRUV38	190 ± 075 AP	SI 5013	Chmyz <i>et al.</i> (2009)

Fonte: Elaborado pelo autor. \*TL: luminescência opticamente estimulada.

Tabela 11 - Datas em  $^{14}\text{C}$  disponíveis para os sítios Jê no estado de Santa Catarina.

Município	Sítio	C14 – TL*	Código	Fonte
São José do Cerrito	SC.CL.43	2640 ± 40 AP	Beta 275577	Schmitz <i>et al.</i> (2010)
Anita Garibaldi	SC.AG.19	2510 ± 40 AP	Beta 190307	De Masi (2005)
Urubici	-	1840 AP	-	De Masi (2001)
Alfredo Wagner	Alto Jararaca	1720 AP	-	De Masi (2001)
São José do Cerrito	Rincão dos Albinos	1400 ± 40 AP	Beta 297431	Schmitz e Rogge (2011)
Taió	SCTA04	1390 ± 50 AP	Beta 247953	Schmitz <i>et al.</i> (2009)

Continua

Ribeirão da Herta	-	1390 AP	-	De Masi (2001)
São Joaquim	-	1370 AP	-	De Masi (2001)
São Joaquim	-	1340 AP	-	De Masi (2001)
São Joaquim	-	1330 AP	-	De Masi (2001)
São José do Cerrito	Rincão dos Albinos	1320 ± 40 AP	Beta 297431	Schmitz e Rogge (2011)
São José do Cerrito	Rincão dos Albinos	1320 ± 40 AP	Beta 293589	Schmitz e Rogge (2011)
São Joaquim	-	1280 AP	-	De Masi (2001)
São José do Cerrito	Rincão dos Albinos	1250 ± 40 AP	Beta 297430	Schmitz e Rogge (2011)
Abdon Batista	SC-AB-95B	1230 ± 40 AP	Beta 190302	De Masi (2005)
Taió	SC.TA.04	1220 ± 50 AP	Beta 228165	Schmitz <i>et al.</i> (2009)
São José do Cerrito	Rincão dos Albinos	1190 ± 40 AP	Beta 293590	Schmitz e Rogge (2011)
Taió	SC.TA.04	1180 ± 40 AP	Beta 229856	Schmitz <i>et al.</i> (2009)
Içara	SC-IÇ-01	1160 ± 50 AP	Beta 072196	Schmitz <i>et al.</i> (1999)
São José do Cerrito	Rincão dos Albinos	1140 ± 40 AP	Beta 293591	Schmitz e Rogge (2011)
Florianópolis	Praia da Tapera	1140±180 AP	SI-245	Silva <i>et al.</i> (1990)
São José do Cerrito	Rincão dos Albinos	1080 ± 30 AP	Beta 297429	Schmitz e Rogge (2011)
Anita Garibaldi	SC-AG-76	1050 ± 40 AP	Beta 190308	De Masi (2005)
Içara	SC-IÇ-01	1040 ± 60 AP	Beta 072197	Schmitz <i>et al.</i> (1999)
Florianópolis	Praia da Tapera	1030±180 AP	(SI-246)	Silva <i>et al.</i> (1990)
Anita Garibaldi	SC-AG-75	980 ± 40 AP	Beta 190309	De Masi (2005)
Laguna	Galtheta IV	980 ± 40 AP	Beta 211734	DeBlasis <i>et al.</i> (2007)
Anita Garibaldi	SC.AG.107	970 ± 60 AP	Beta 242151	Müller (2007)
Anita Garibaldi	SC-AG-76	940 ± 40 AP	Beta 190310	De Masi (2005)
Urubici	-	910 ± 200 AP	-	De Masi (2005)
São José do Cerrito	SC-CL-46	910 ± 30 AP	Beta 351742	Schmitz <i>et al.</i> (2013)
São José do Cerrito	SC-CL-50	910 ± 30 AP	Beta 351740	Schmitz <i>et al.</i> (2013)
Anita Garibaldi	SC.AG.107	880 ± 70 AP	-	Müller (2007)
São José do Cerrito	SC-CL-52	870 ± 30 AP	Beta 351742	Schmitz <i>et al.</i> (2013)
São José do Cerrito	SC-CL-52	860 ± 30 AP	Beta 357350	Schmitz <i>et al.</i> (2013)
Campo Belo do Sul	Bagio I	860 ± 30 AP	Beta 414086	Souza <i>et al.</i> (2016b)
Abdon Batista	SC-AB-93D	840 ± 50 AP	Beta 190300	De Masi (2005)
Campo Belo do Sul	Bagio I	840 ± 30 AP	Beta 414085	Souza (2018)
São José do Cerrito	SC.CL.56	830 ± 40 AP	Beta 242151	Schmitz <i>et al.</i> (2010)
Florianópolis	Base Aérea	810 ± 70 AP	SI-245	Silva <i>et al.</i> (1990)
São José do Cerrito	SC.CL.94	770 ± 40 AP	Beta 275576	Schmitz <i>et al.</i> (2010)
Anita Garibaldi	SC.AG.107	750 ± 40 AP	-	Müller (2007)
Anita Garibaldi	SC.AG.107	720 ± 60 AP	-	Müller (2007)
Abdon Batista	SC-AB-93	690 ± 40 AP	Beta 190301	De Masi (2005)
Anita Garibaldi	SC-AG-12	690 ± 40 AP	Beta 185403	De Masi (2005)
Taió	SC.TA.04	650 ± 50 AP	-	Schmitz <i>et al.</i> (2009)
Abdon Batista	SC-AB-93	650 ± 40 AP	Beta 190297	De Masi (2005)
São José do Cerrito	SC.CL.43	640 ± 40 AP	Beta 275575	Schmitz <i>et al.</i> (2010)
Urubici	Bonin / Urubici 31	640 ± 40 AP	Beta 298215	Corteletti (2012)
Campo Belo do Sul	Baggio I	630 ± 30 AP	Beta 414089	Souza <i>et al.</i> (2016b)
Urubici	Bonin / Urubici 31	610 ± 50 AP	Beta 298216	Corteletti (2012)
São José do Cerrito	SC-CL-46	610 ± 30 AP	Beta 357351	Schmitz <i>et al.</i> (2013)
Anita Garibaldi	SC-AG-12	600 ± 40 AP	Beta 190304	De Masi (2005)
Campo Belo do Sul	Baggio I	600 ± 30 AP	Beta 438293	Souza (2018)
São José do Cerrito	SC.CL.43	590 ± 40 AP	Beta 242152	Schmitz <i>et al.</i> (2010)
São José do Cerrito	SC-CL-46	580 ± 30 AP	Beta 351739	Schmitz <i>et al.</i> (2013)
Anita Garibaldi	SC.AG.98	560 ± 50 AP	-	Herberts e Müller (2007)
Campo Belo do Sul	Baggio I	550 ± 30 AP	Beta 438287	Souza (2018)
Campo Belo do Sul	Baggio I	520 ± 30 AP	Beta 414083	Souza <i>et al.</i> (2016b)
São José do Cerrito	SC-CL-46	510 ± 30 AP	Beta 357346	Schmitz <i>et al.</i> (2013)
São José do Cerrito	Rincão dos Albinos	470 ± 50 AP	Beta 297432	Schmitz e Rogge (2011)
São José do Cerrito	SC.CL.43	470 ± 50 AP	Beta 256216	Schmitz <i>et al.</i> (2010)
Anita Garibaldi	SC-AG-12	470 ± 40 AP	Beta 185444	De Masi (2005)
Campo Belo do Sul	Baggio I	460 ± 30 AP	Beta 414088	Souza <i>et al.</i> (2016b)
Abdon Batista	SC-AB-48	450 ± 40 AP	Beta 190294	De Masi (2005)
Campo Belo do Sul	Baggio I	440 ± 30 AP	Beta 438286	Souza (2018)
Anita Garibaldi	SC-AG-12	430 ± 40 AP	Beta 185442	De Masi (2005)
Anita Garibaldi	SC-AG-77	420 ± 40 AP	Beta 190311	De Masi (2005)
Anita Garibaldi	SC.AG.107	420 ± 60 AP	-	Müller (2007)
Abdon Batista	SC-AB-04	400 ± 40 AP	Beta 190292	De Masi (2005)
Campo Belo do Sul	Abreu e Garcia	400 ± 30 AP	Beta 395742	Souza <i>et al.</i> (2016)

Continua

Anita Garibaldi	SC.AG.100	390 ± 50 AP	-	Herberts e Müller (2007)
Campo Belo do Sul	Baggio I	390 ± 30 AP	Beta 414094	Souza (2018)
Abdon Batista	SC-AB-04	370 ± 40 AP	Beta 190293	De Masi (2005)
São José do Cerrito	SC-CL.43	370 ± 40 AP	Beta 285996	Schmitz <i>et al.</i> (2010)
Campo Belo do Sul	Abreu e Garcia	370 ± 70 AP	Beta 395744	Souza <i>et al.</i> (2016)
Abdon Batista	SC-AB-96	360 ± 40 AP	Beta 190303	De Masi (2005)
Campo Belo do Sul	Abreu e Garcia	360 ± 30 AP	Beta 395741	Souza <i>et al.</i> (2016)
Campo Belo do Sul	Baggio I	360 ± 30 AP	Beta 414091	Souza <i>et al.</i> (2016b)
Campo Belo do Sul	Baggio I	360 ± 30 AP	Beta 414092	Souza (2018)
Anita Garibaldi	SC.AG.108	350 ± 40 AP	-	Herberts e Müller (2007)
Campo Belo do Sul	Baggio I	350 ± 30 AP	Beta 414082	Souza <i>et al.</i> (2016b)
Campo Belo do Sul	Baggio I	350 ± 30 AP	Beta 414084	Souza <i>et al.</i> (2016b)
Abdon Batista	SC-AB-93D	340 ± 40 AP	Beta 190299	De Masi (2005)
Campo Belo do Sul	Baggio I	340 ± 30 AP	Beta 414081	Souza <i>et al.</i> (2016b)
Campo Belo do Sul	Baggio I	340 ± 30 AP	Beta 414085	Souza <i>et al.</i> (2016b)
Campo Belo do Sul	Baggio I	330 ± 30 AP	Beta 438289	Souza (2018)
Campo Belo do Sul	Baggio I	330 ± 30 AP	Beta 438290	Souza (2018)
São José do Cerrito	SC-CL-51	320 ± 30 AP	Beta 351741	Schmitz <i>et al.</i> (2013)
Campo Belo do Sul	Baggio I	320 ± 30 AP	Beta 414092	Souza (2018)
Campo Belo do Sul	Baggio I	320 ± 30 AP	Beta 438288	Souza (2018)
Abdon Batista	SC-AB-93C	300 ± 40 AP	Beta 190298	De Masi (2005)
Alfredo Wagner	Tobias Wagner	300 ± 30 AP	Beta 410430	Reis (2015)
Campo Belo do Sul	Abreu e Garcia	300 ± 30 AP	Beta 414096	Souza <i>et al.</i> (2016)
Campo Belo do Sul	Baggio I	300 ± 30 AP	Beta 414087	Souza <i>et al.</i> (2016b)
Campo Belo do Sul	Baggio I	300 ± 30 AP	Beta 438291	Souza (2018)
Campo Belo do Sul	Baggio I	280 ± 30 AP	Beta 414080	Souza <i>et al.</i> (2016b)
Campo Belo do Sul	Abreu e Garcia	270 ± 30 AP	Beta 395743	Souza <i>et al.</i> (2016)
Campo Belo do Sul	Abreu e Garcia	230 ± 30 AP	Beta 395740	Souza <i>et al.</i> (2016)
Celso Ramos	SC-CR-06	220 ± 40 AP	Beta 190312	De Masi (2005)
Abdon Batista	SC-AB-92	190 ± 40 AP	Beta 190296	De Masi (2005)
Anita Garibaldi	SC-AG-18	180 ± 40 AP	Beta 190603	De Masi (2005)
Anita Garibaldi	SC.AG.40	180 ± 50 AP	-	Herberts e Müller (2007)
Campo Belo do Sul	Baggio I	170 ± 30 AP	Beta 438290	Souza (2018)
Ipuaçú	QQ-22	144 AP	Beta 165799	Caldarelli e Herberts (2002)
Ipuaçú	QQ-22	122 AP	Beta 165800	Caldarelli e Herberts (2002)
Ipuaçú	QQ-22	100 AP	Beta 165798	Caldarelli e Herberts (2002)

Fonte: Elaborado pelo autor. \*TL: luminescência opticamente estimulada.

Tabela 12 - Datas em <sup>14</sup>C e TL disponíveis para os sítios Jê no estado do Rio Grande do Sul.

Município	Sítio	C14 – TL*	Código	Fonte
Bom Jesus	RSP12	1.810 ± 085 AP	SI 813	Schmitz e Brochado (1972)
Sto Ant. da Patrulha	RSS359	1.740 ± 065 AP	SI 2344	Noelli (2000)
Sto Ant. da Patrulha	RSS328	1.655 ± 065 AP	SI 2345	Noelli (2000)
Caxias do Sul	RS40	1.520 ± 090 AP	SI 607	Schmitz (1969)
S. Francisco de Paula	RSA2	1.515 ± 105 AP	SI 805	Noelli (2000)
Caxias do Sul	RS127	1.480 ± 070 AP	SI 603	Schmitz (1969)
S. Francisco de Paula	RSA2	1.385 ± 095 AP	SI 806	Noelli (2000)
Sapiranga	RSS282	1.380 ± 110 AP	SI 414	Brochado <i>et al.</i> (1968)
Caxias do Sul	RS127	1.330 ± 100 AP	SI 605	Schmitz (1969)
Passo Fundo	RSPF01	1.300 ± 070 AP	SI 601	Schmitz (1969)
Taquara	RSS61	1.190 ± 100 AP	SI 409	Brochado <i>et al.</i> (1968)
Caxias do Sul	RS127	1.140 ± 040 AP	SI 602	Schmitz (1969)
Bom Jesus	RSAN03	1.070 ± 070 AP	BETA 178135	Copé (2006)
Pinhal da Serra	Posto Fiscal	1.070 ± 040 AP	BETA 303594	Iriarte <i>et al.</i> (2013)
Bom Jesus	RSAN03	1.000 ± 040 AP	BETA 166588	Copé (2006)
S. Francisco de Paula	RSA2	970 ± 095 AP	SI 808	Schmitz (1988)
Bom Jesus	RSP27	950 ± 080 AP	SI 812	Schmitz e Brochado (1972)
Vacaria	RSA27	950 ± 072 AP*	LVD 624	Schmitz <i>et al.</i> (2002)
Santa Cruz do Sul	RSRP164B	915 ± 145 AP	SI 4066	Ribeiro (1980)
Bom Jesus	RSAN03	880 ± 040 AP	BETA 183020	Copé (2006)
Vacaria	RSA27	870 ± 060 AP	BETA 144246	Schmitz <i>et al.</i> (2002)
Bom Jesus	RSAN03	870 ± 050 AP	BETA 183022	Copé (2006)

Continua

Vacaria	RSA27	870 ± 050 AP	BETA 144244	Schmitz <i>et al.</i> (2002)
Caxias do Sul	RS127	840 ± 060 AP	SI 606	Schmitz (1969)
Vacaria	RSA27	830 ± 064 AP*	LVD 623	Schmitz <i>et al.</i> (2002)
Tenente Portela	RSVZ43	830 ± 060 AP	SI-598	Miller (1969)
Bom Jesus	RSAN03	780 ± 060 AP	BETA 178136	Copé (2006)
Vacaria	RSA27	723 ± 055 AP*	LVD 625	Schmitz <i>et al.</i> (2002)
Vacaria	RSA29	710 ± 060 AP	BETA 178090	Grespan e Schmitz (2003)
Bom Jesus	RSAN03	690 ± 060 AP	BETA 183021	Copé (2006)
Vacaria	RSA29	680 ± 080 AP	BETA 153842	Schmitz <i>et al.</i> (2002)
Pinhal da Serra	RSPE28A	650 ± 055 AP	SI 6563	Ribeiro e Ribeiro (1985)
Pinhal da Serra	RSPE26A	635 ± 045 AP	SI 6561	Ribeiro e Ribeiro (1985)
Caxias do Sul	RS127	630 ± 070 AP	SI 604	Schmitz (1969)
Caxias do Sul	RS68	620 ± 090 AP	SI 608	Schmitz (1969)
Bom Jesus	RSAN03	550 ± 040 AP	BETA 166584	Copé (2006)
Vacaria	RSA27	520 ± 060 AP	BETA 144245	Schmitz <i>et al.</i> (2002)
Pinhal da Serra	RSPE29	490 ± 040 AP	BETA 242869	Souza e Copé (2010)
Pinhal da Serra	RSPE10A	465 ± 040 AP	SI 6558	Ribeiro e Ribeiro (1985)
Pinhal da Serra	RSPE28A	420 ± 055 AP	SI 6562	Ribeiro e Ribeiro (1985)
Porto Lucena	RSVZ25	400 ± 100 AP	SI 600	Miller (1969)
Pinhal da Serra	RSPE10A	390 ± 050 AP	SI-6556	Ribeiro e Ribeiro (1985)
Vacaria	RSA27	386 ± 031 AP*	LVD 627	Schmitz <i>et al.</i> (2002)
Vacaria	RSA29	380 ± 060 AP	BETA 153843	Schmitz <i>et al.</i> (2002)
Vacaria	RSA29	370 ± 050 AP	BETA 178089	Grespan e Schmitz (2003)
Bom Jesus	RSAN03	370 ± 050 AP	BETA 166584	Copé (2006)
Pinhal da Serra	Posto Fiscal	370 ± 040 AP	BETA 309037	Iriarte <i>et al.</i> (2013)
Pinhal da Serra	RSPE10B	355 ± 050 AP	SI 6559	Ribeiro e Ribeiro (1985)
Pinhal da Serra	RSPE21	350 ± 040 AP	BETA 242868	Souza e Copé (2010)
Vacaria	RSA27	348 ± 030 AP*	LVD 621	Schmitz <i>et al.</i> (2002)
Pinhal da Serra	RSPE29	340 ± 040 AP	BETA 242860	Souza e Copé (2010)
Pinhal da Serra	Posto Fiscal	330 ± 040 AP	BETA 304479	Iriarte <i>et al.</i> (2013)
Bom Jesus	RSAN03	250 ± 050 AP	BETA 178134	Copé (2006)
Vacaria	RSA27	166 ± 015 AP*	LVD 620	Schmitz <i>et al.</i> (2002)
Tenente Portela	RSVZ44	160 ± 070 AP	SI 599	Miller (1969)
Bom Jesus	RSAN03	80 ± 050 AP	BETA 166586	Copé (2006)
Vacaria	RSA27	40 ± 060 AP	BETA 144247	Schmitz <i>et al.</i> (2002)
Vacaria	RSA27	30 ± 050 AP	BETA 144243	Schmitz <i>et al.</i> (2002)

Fonte: Elaborado pelo autor. \*TL: luminescência opticamente estimulada.

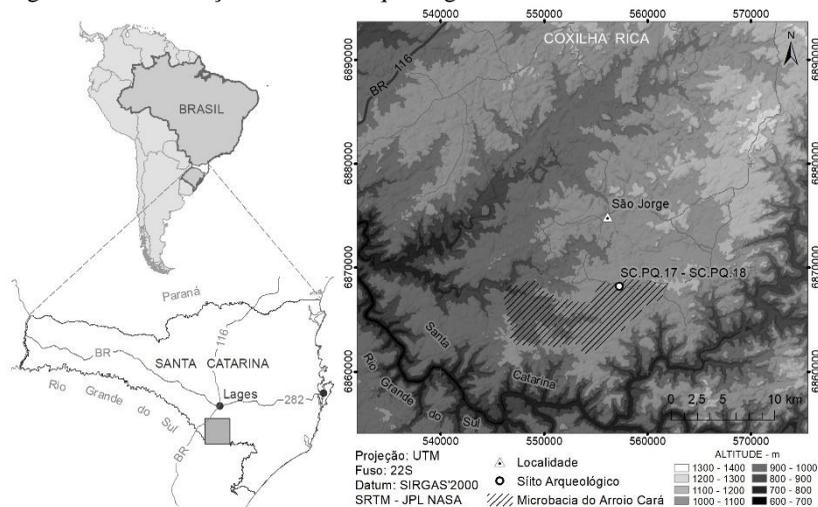
As pesquisas arqueológicas realizadas nas últimas cinco décadas produziram uma quantidade substancial de datações em  $^{14}\text{C}$  para os sítios relacionados aos Jê meridionais, sendo necessária uma ampla revisão para definir os períodos de expansão demográfica dos grupos. A região da Coxilha Rica, no Planalto dos Campos Gerais, ao sul da cidade de Lages, representa um hiato no que tange à cronologia Jê para o Sul do Brasil. Esse problema demandou pesquisas de campo e prospecções arqueológicas em sítios que forneceram datas em  $^{14}\text{C}$  que situam cronologicamente os sítios Jê ou ‘proto-Jê’ na região.

Os objetivos específicos deste trabalho foram direcionados para obter idades  $^{14}\text{C}$  para os sítios identificados pela Scientia Ambiental (CALDARELLI e HERBERTS, 2004), a saber: Fazenda Bananeiras I (SC.PQ.17) e Fazenda Bananeiras II (SC.PQ.18), localizados no alto curso do Arroio Cará, na Coxilha Rica, Lages (SC) (Figura 19).

A existência de sítios arqueológicos na área de estudo já foi atestada em levantamentos pretéritos de Reis (1980) e Caldarelli e

Herberts (2004). Porém, essas ocupações ainda não estão datadas, consistindo um hiato espacial no que tange à cronologia do povoamento das terras altas de Santa Catarina por grupos Jê Meridionais.

Figura 19 - Localização dos sítios arqueológicos estudados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O contato mais frequente entre os colonizadores europeus e grupos Jê no Planalto Meridional, remonta ao início do século XVII, quando as bandeiras paulistas de captura e aprisionamento já alcançavam essas terras. Somadas às incursões bandeirantes, o século XVII também marca as iniciativas missionárias da Companhia de Jesus no estabelecimento de reduções na região (POSSAMAI, 1992). Dada a cronologia desses eventos, a hipótese apresentada neste trabalho indica que a presença de grupos Jê meridionais na região objeto de estudo estendeu-se até o início do século XVII.

## 5.6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O levantamento de dados cronológicos disponíveis para o Planalto Meridional teve como base publicações e periódicos especializados relacionados à Arqueologia. A pesquisa foi sistematizada para os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, de modo a obter as seguintes informações: nome ou sigla do sítio arqueológico, município,

datas em  $^{14}\text{C}$  AP ou luminescência, código do laboratório que datou a amostra e a respectiva fonte consultada.

Nas estruturas arqueológicas selecionadas para este estudo (SC.PQ.17 e SC.PQ.18) foram executadas pequenas sondagens por amostragem probabilística (RENFREEW e BAHN, 1998), com o objetivo de identificar vestígios arqueológicos em subsolo. A escolha das intervenções também foi guiada pelas características físicas de cada área prospectada, alterações topográficas, ocorrência de estruturas de combustão e demais vestígios (APÊNDICE A).

As datas em  $^{14}\text{C}$  foram obtidas por intermédio de fragmentos de madeira carbonizada coletadas nas estruturas arqueológicas e encaminhadas ao laboratório *Beta Analytic*. A documentação das intervenções arqueológicas foi realizada mediante o uso de aparelho receptor GPS Garmim Legend e os dados sistematizados em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) por intermédio do software Esri ArcGIS 10.4. Todos os procedimentos foram realizados com autorização das instituições governamentais responsáveis<sup>2</sup>, mediante apresentação de projetos e relatórios de pesquisa (HERBERTS e PERIN, 2016; 2017).

## 5.7 RESULTADOS

As prospecções realizadas possibilitaram atestar o caráter arqueológico de nove estruturas subterrâneas investigadas (Tabela 13). O sítio arqueológico SC.PQ.17 é formado por três estruturas escavadas com diâmetro de aproximadamente 10 m e profundidade entre 1,5 a 2,8 m. No sítio SC.PQ.18 foram identificadas seis estruturas escavadas com diâmetro entre 8 e 11,2 m e profundidade entre 0,3 e 1,9 metros. Ambos estão implantados em altitude superior a 1.100 m, situados no interflúvio direito do Arroio Cará.

As três estruturas subterrâneas do sítio SC.PQ.17 estão implantadas na encosta de uma pequena colina. A distância entre elas não ultrapassa 10 m e a posição rebaixada da estrutura A causa acumulação de água no seu interior, impedindo a execução de intervenções controladas. No sítio SC.PQ.18, as estruturas estão dispostas no topo de uma elevação sob um bosque com Araucária, a aproximadamente 200 m do sítio SC.PQ.17. As estruturas A, B, C e D estão próximas, quase

---

<sup>2</sup> Portaria Iphan nº 64 de 02 de dezembro de 2016; Parecer Técnico nº 17/2018/DIVTEC/IPHAN/SC de 24 de janeiro de 2018 - Processo Iphan nº 01510.002018/2016-24.

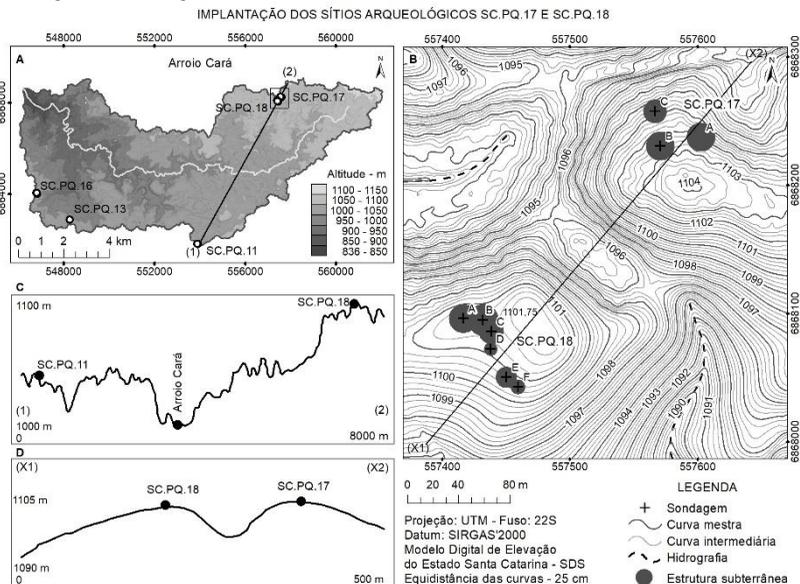
sobrepostas enquanto que as estruturas E e F estão localizadas a aproximadamente 15 m a sudeste (Figura 20).

Tabela 13 - Localização e dimensões das estruturas arqueológicas identificadas nos sítios SC.PQ.17 e SC.PQ.18.

Sítio	UTM – Sirgas'2000	Dimensões	Depressão	Altitude	Dimensões
SC.PQ.17	A E 557.618 N 6.868.279	11 X 10,5 m	2 m	1.101,5 m	11 X 10,5 m
	B E 557.432 N 6.868.279	10,4 X 11,5	2,8 m	1.102,6 m	10,4 X 11,5 m
	C E 557.566 N 6.868.257	9 X 8,7 m	1,5 m	1.100,5 m	9 X 8,7 m
SC.PQ.18	A E 557.416 N 6.868.096	11,2 X 9,6 m	1,3 m	1.101,4 m	11,2 X 9,6 m
	B E 557.431 N 6.868.094	10,5 X 11,9	1,9 m	1.101,3 m	10,5 X 11,9 m
	C E 557.438 N 6.868.086	9,8 X 9,5 m	1,1 m	1.101,3 m	9,8 X 9,5 m
	D E 557.437 N 6.868.072	5 X 5,5 m	0,5 m	1.101 m	5 X 5,5 m
	E E 557.450 N 6.868.050	8 X 7,8 m	0,8 m	1.100,7 m	8 X 7,8 m
	F E 557.450 N 6.868.050	5,5 X 5 m	0,3 m	1.100,9 m	5,5 X 5 m

Fonte: Elaborado pelo autor.

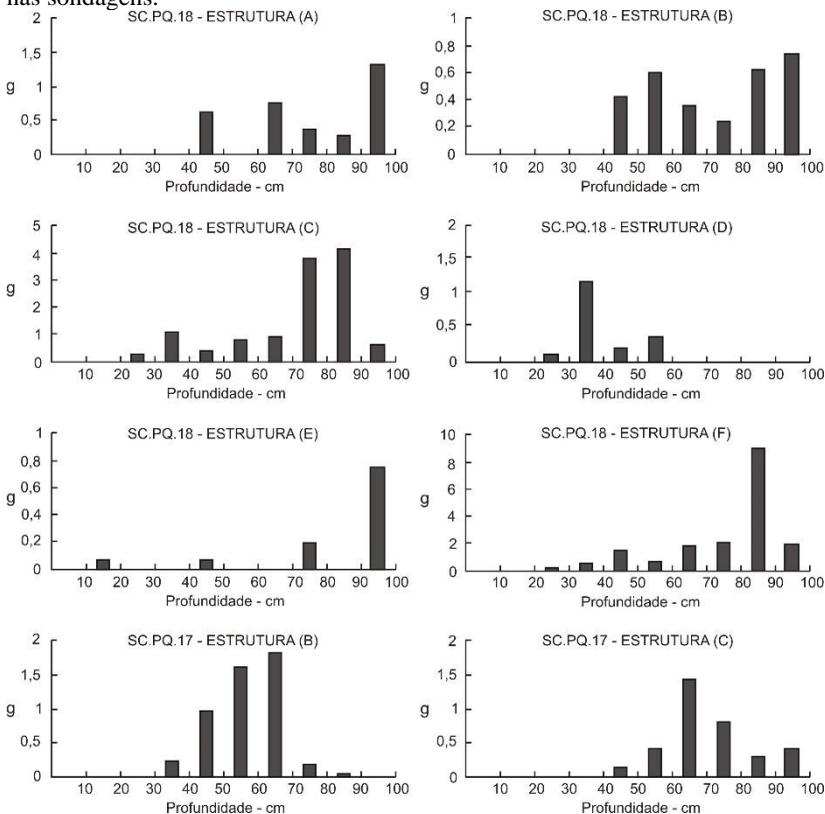
Figura 20 - A – Modelo Digital de Elevação da bacia hidrográfica do Arroio Cará e localização dos sítios arqueológicos identificados por Caldarelli e Herberts (2004); B – Planta topográfica e localização das estruturas subterrâneas que compõem os sítios arqueológicos SC.PQ.17 e SC.PQ.18; C – Perfil topográfico da bacia do Arroio Cará; D – Perfil topográfico de implantação dos sítios SC.PQ.17 e SC.PQ.18.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A execução das sondagens possibilitou identificar fragmentos de madeira carbonizada concentradas a partir de 60 cm de profundidade em todas as estruturas subterrâneas investigadas. A escolha das amostras para datações em  $^{14}\text{C}$  foi guiada pela concentração dos vestígios de madeira carbonizada (Figura 21).

Figura 21 - Gráficos de distribuição do peso de madeira carbonizada identificada nas sondagens.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As três idades em  $^{14}\text{C}$  obtidas nos sítios arqueológicos mostram que o alto curso do Arroio Cará foi ocupado há mais de um milênio. A amostra obtida no centro da estrutura B do sítio SC.PQ.17, a 80 cm de profundidade, possui 680 +/- 30 anos 14C AP (Beta 487449) ou 1.293 – 1.393 cal AD. Para o sítio SC.PQ.18 foram obtidas duas datas para a estrutura C: a primeira amostra entre 30 - 40 cm de profundidade alcança

1.440 +/- 30 anos 14C AP (Beta 499966) ou 598 - 677 cal AD; a segunda a 80 - 90 cm de profundidade é recente, 350 +/- 30 14C AP (Beta 487450) 1.492 – 1.646 cal AD, contemporânea à colonização europeia (Tabela 14).

Tabela 14 - Idades em <sup>14</sup>C - AMS, obtidas nos sítios arqueológicos Fazenda Bananeiras I - SC.PQ.17 e Fazenda Bananeiras II - SC.PQ.18.

Sítio	Amostra	Profundidade	Material	Idade Convencional	Idade Calibrada (2 Sigmas)
SC.PQ.17 B	Beta 487449	80	Carvão	680 +/- 30 AP	1.293 - 1.393 cal AD
SC.PQ.18 C	Beta 499966	30 - 40	Carvão	1.440 +/- 30	598 – 677 cal AD
SC.PQ.18 C	Beta 487450	80 - 90	Carvão	350 +/- 30	1.492 - 1.646 cal AD

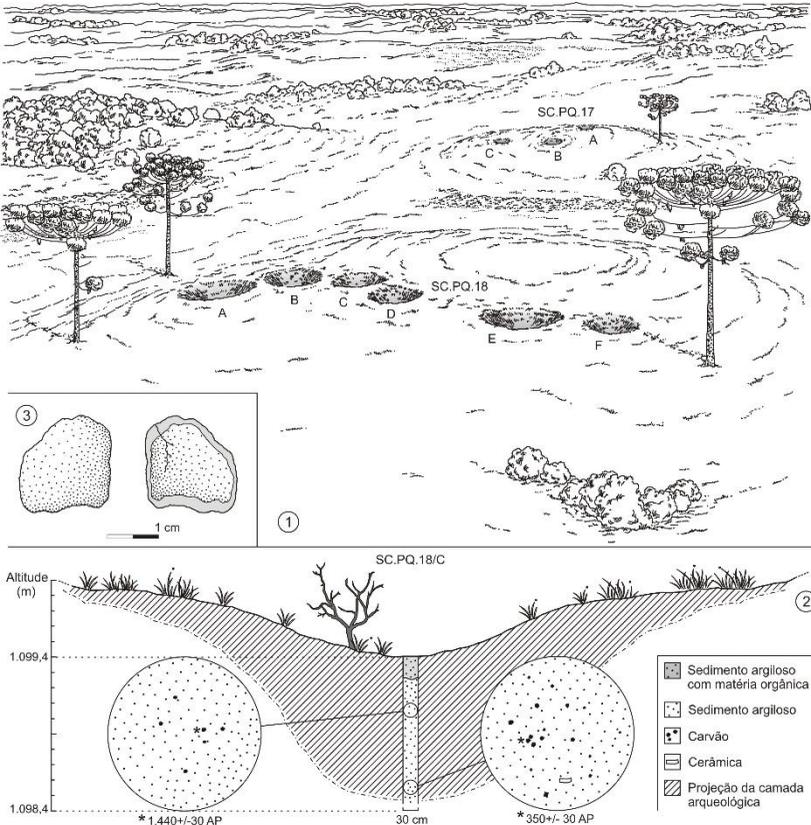
Fonte: Beta Analytic.

O sedimento evidenciado nas sondagens apresentou pouca variação de cor (10YR2/2 - 10YR3/3) e textura, permanecendo argiloso e compactado, marcado apenas pela variação da quantidade de fragmentos de carvão. A camada superficial apresenta coloração ligeiramente mais escura, decorrente de matéria orgânica em decomposição.

A inversão das datas obtidas na estrutura C do sítio SC.PQ.18 deve estar relacionada a processos de bioturbação do sítio arqueológico pelas raízes da vegetação que ocupa sua área, toca de animais ou decorre de algum processo de reorganização do espaço intrasítio, realizado nas ocupações mais recentes da estrutura subterrânea. Esses processos podem ter invertido as seções de solo sondadas. Apesar da inversão, a associação das amostras com material arqueológico, especificamente um fragmento cerâmico entre 80 e 100 cm de profundidade não parece comprometer os dados cronológicos obtidos. Devendo ser tratados, contudo, como uma informação deslocada de sua posição original no sítio arqueológico. Intervenções mais amplas são necessárias para entender melhor a consequência desses processos na estratigrafia da estrutura investigada (Figura 22).

Foram identificados poucos vestígios materiais relacionados ao *ethos* Jê. A execução da sondagem na estrutura escavada B do sítio SC.PQ.18 revelou no nível superficial um núcleo lascado sobre rocha de basalto e na estrutura C, foi recolhido um fragmento de cerâmica entre 80 e 100 cm, sem decoração e com características relacionadas à Tradição Taquara – Itararé.

Figura 22 - 1) Implantação dos sítios arqueológicos SC.PQ.17 e SC.PQ.18 suprimida a vegetação do bosque de pinheiros que ocupa sua área. Adaptada da ilustração original de Philippe Sidartha Razeira; 2) Corte representativo do contexto onde foram obtidas as amostras de carvão datadas na estrutura C do sítio SC.PQ.18. Medidas de altitude conforme Oliveira (2012); 3) Face externa e interna do fragmento cerâmico recolhido.



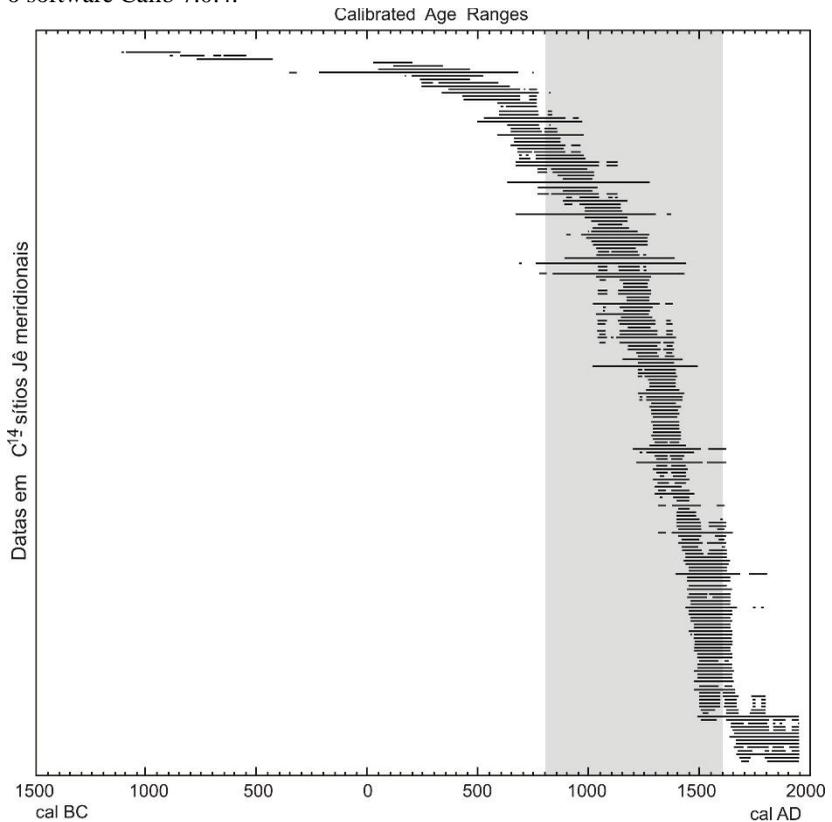
Fonte: Adaptado pelo autor a partir da ilustração original de Philippe Sidartha Razeira.

## 5.8 DISCUSSÃO

A distribuição temporal do conjunto de dados cronológicos disponíveis para os sítios relacionados aos grupos Jê meridionais permite identificar que as datas estão concentradas no período entre os anos 800

e 1.600 AD e indica expansão demográfica dos grupos que passam a ocupar os diversos ambientes do planalto após o ano 1.000 AD (Figura 23). É a partir desse período que aparecem datas relacionadas aos centros cerimoniais de enterramento dos mortos, em paralelo à chegada das populações Tupi-Guarani que adentram o Vale do Rio Uruguai e seus afluentes maiores.

Figura 23 - Datas cal BC/AD disponíveis para os sítios Jê do sul. Elaborado com o software Calib 7.0.4.



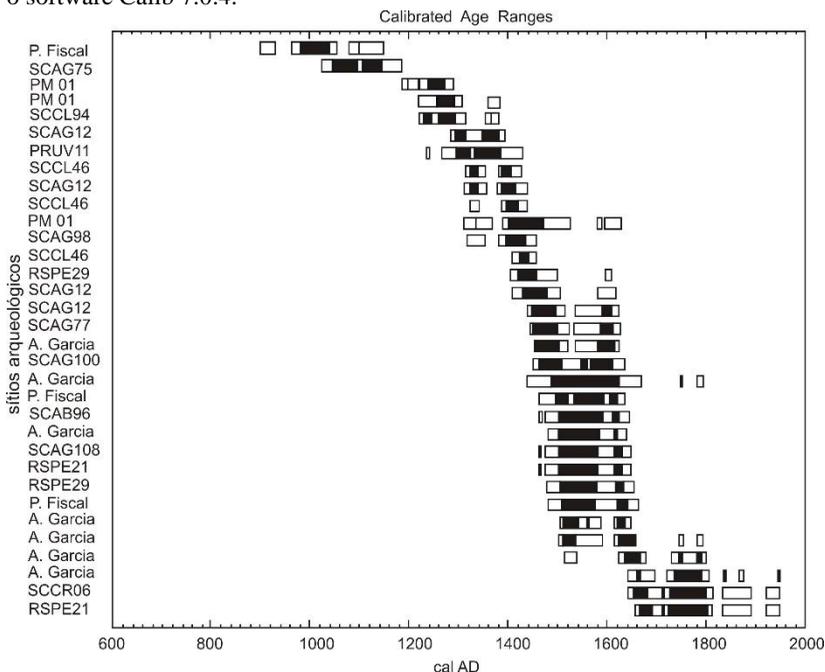
Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo as datações disponíveis para a região sul do Brasil, apenas três sítios arqueológicos apresentam datas anteriores ao ano 9 AD. O Abrigo Jaguariaíva, na região nordeste do Paraná, pesquisado por Laming e Emperaire (1959) teve um nível cerâmico que foi datado em 908 AC

( $2.858 \pm 035$  AP), dado que também deve ser tomado com cautela devido à carência de informações disponíveis sobre seu contexto.

A diversificação de sítios arqueológicos Jê está bem marcada após o ano 1.000 AD. As idades em  $^{14}\text{C}$  relacionadas a montículos e aterros geométricos (Figura 24) corroboram a hipótese de Souza *et al.* (2016) para o surgimento dessas estruturas funerárias, construídas em resposta à expansão Tupi-Guarani pelo Vale do Rio Uruguai.

Figura 24 - Datas cal AD para montículos e aterros geométricos. Elaborado com o software Calib 7.0.4.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Corteletti (2012) indica que o aparecimento das estruturas arquitetônicas constitui evidência de uma ruptura em detrimento do que acontecia no passado. Podem ter ocorrido dois processos de ruptura, o primeiro cerca de 1.800 anos atrás, quando surgem as estruturas subterrâneas, e o segundo há 1.000 anos com a construção dos aterros anelares. Em contraponto, Reis (2015) aponta que essas mudanças constituem parte da historicidade das sociedades Jê meridionais, e podem

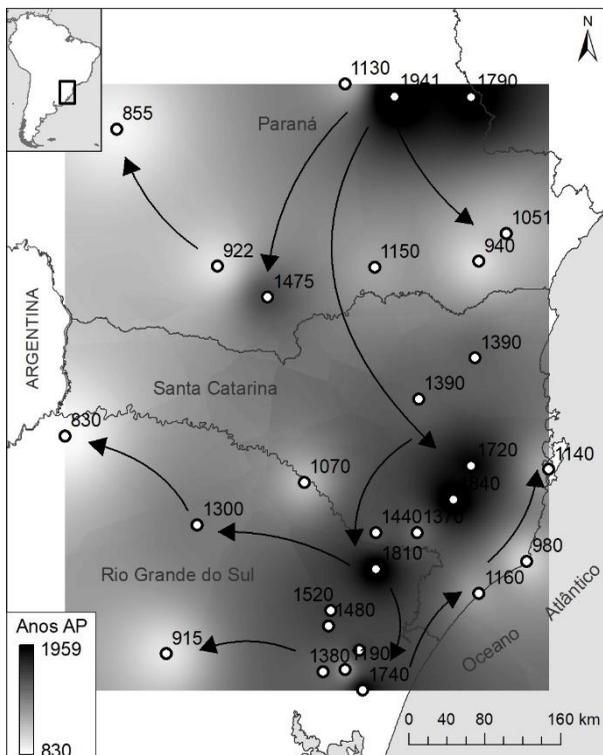
ter origem em questões internas e externas dos grupos, resultado de um processo histórico contínuo e não de rupturas.

Em termos ambientais esse lapso temporal marca também a franca expansão das matas com Araucária sobre terras até então dominadas por campos, conforme indicam estudos de paleoecologia (BEHLING, 1995; BEHLING, 2002). A coincidência temporal entre a expansão demográfica dos grupos Jê meridionais com os registros polínicos do planalto meridional, aliada à relação espacial entre a floresta com araucária e os sítios arqueológicos, aponta para a ocorrência de estratégias de manejo da floresta pelos grupos (BITENCOURT e KRAUSPENHAR, 2006; IRIARTE e BEHLING, 2007).

A localização das datas regionalmente mais recuadas permite identificar que no ano 210 AD as migrações Jê já haviam alcançado o Planalto Rio-grandense. A data mais recuada está situada na região nordeste paranaense, 1.941 +/- 35 anos AP (9 AD) para o sítio Caverna do Morro Azul 1 (PARELLADA, 2016). Para a região de Urubici, no Vale do Rio Canoas, no Planalto Catarinense, De Masi (2001) apresenta uma data de 1.840 +/- 40 AP (110 AD). Na região de Bom Jesus (RS) Schmitz e Brochado (1972) obtiveram uma data de 1.810 +/- 35 anos AP (140 AD) que demonstra que as migrações alcançam o Planalto Rio-grandense em pouco mais de um século.

A interpolação das datas regionalmente mais recuadas pelo método *Inverse Distance Weighting* (IDW) (Figura 25) permite traçar uma hipótese para as migrações dos grupos no sul do Brasil. A dispersão parece ter origem no sudoeste de São Paulo e nordeste do Paraná, posteriormente alcançando a borda leste dos Planaltos Catarinense e Sul-rio-grandense, e, na sequência, o litoral dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Os resultados obtidos estão de acordo com as hipóteses já levantadas por Noelli (2004), Araujo (2007) e rerepresentadas em Noelli e Souza (2017).

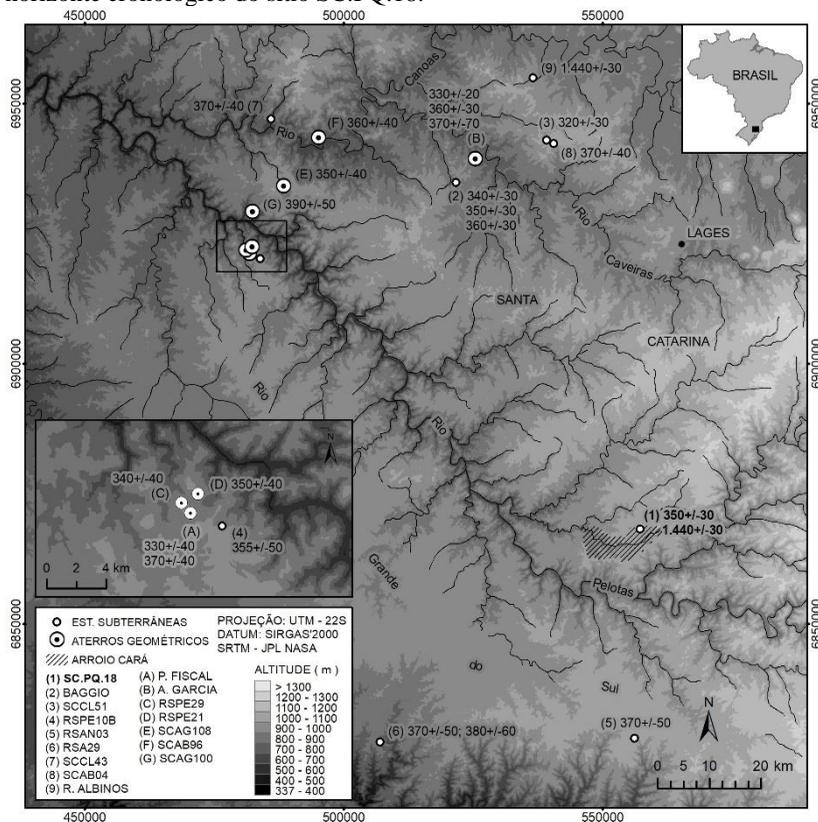
Figura 25 - Interpolação das datas regionalmente mais recuadas para a ocupação Jê no Brasil meridional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Existem aproximadamente 20 idades em  $^{14}\text{C}$  conhecidas dentro do limite de erro da datação mais recente, obtida para o sítio SC.PQ.18, dispostas em um raio de aproximadamente 100 km do sítio, sendo 10 obtidas em estruturas subterrâneas e 10 em aterros geométricos (Figura 26).

Figura 26 - Localização dos sítios arqueológicos com datas em  $^{14}\text{C}$  próximas ao horizonte cronológico do sítio SC.PQ.18.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Neste segmento espacial do Planalto Meridional, existe apenas uma data dentro do limite de erro do horizonte mais antigo do sítio SC.PQ.18 (1.440 350 +/- 30 anos AP). Trata-se de uma idade de 1.400 +/- 40 anos AP obtida por Schmitz e Rogge (2011) no sítio Rincão dos Albinos em São José do Cerrito (SC). Os dados cronológicos indicam que neste recorte temporal e espacial, a demografia das populações Jê não era tão expressiva quanto nos séculos XV e XVI.

Dentre as estruturas subterrâneas, os sítios com horizonte cronológico mais próximo da amostra datada a 90 cm de profundidade (350 +/- 30 anos AP) do sítio SC.PQ.18 são: Baggio 1 (SOUZA *et al.*, 2016b), em Campo Belo do Sul (SC); RSPE10B (RIBEIRO e RIBEIRO, 1985) em Pinhal da Serra (RS). E para os aterros geométricos: RSPE21 e



idades em  $^{14}\text{C}$  não permite conclusões objetivas acerca dos aspectos como sedentarismo e mobilidade dos grupos durante o ano. Mesmo no sítio Baggio 1, um dos mais bem datados e com estratigrafia melhor compreendida, foram datadas 11 ocupações para um período superior a cinco séculos. A escala temporal para mensurar o que constitui um período longo ou curto de abandono ou ocupação dos sítios arqueológicos Jê meridionais, via datações em  $^{14}\text{C}$  ainda é arqueologicamente difícil de ser definida. Esforços recentes de Machado (2016), com base em informações orais obtidas com grupos indígenas remanescentes, permitem entender melhor os conceitos de estabilidade e mobilidade, apontando para um significado difuso desses termos entre os Xokleng aldeados em Ibirama, Santa Catarina. Contudo, é ainda matéria a ser vencida.

As evidências relacionadas à prática de agricultura, obtidas por Corteletti (2012) no alto Vale do Rio Canoas em Santa Catarina, constituem até o momento, o principal indicador de sedentarização dos grupos Jê, o que não necessariamente ocorreu em todo o planalto e com todos os grupos. O Planalto Meridional tem sido tratado em muitos estudos arqueológicos como uma área geográfica uniforme, ignoradas as distintas formações geológicas, unidades geomorfológicas e características fitogeográficas que influenciaram sua ocupação.

Áreas com maior concentração de terras férteis, como as planícies e terraços do alto Vale do Rio Canoas e as áreas densamente florestadas da encosta atlântica de Santa Catarina, podem ter sido ocupadas com estratégias distintas das de terras mais altas, abertas e frias, como a Coxilha Rica, no Planalto dos Campos Gerais. As pesquisas desenvolvidas na Coxilha Rica ainda não produziram dados arqueológicos que permitam refutar completamente a hipótese de deslocamentos sazonais proposta por Lavina (2004).

## 5.9 CONCLUSÃO

Os dados cronológicos disponíveis permitem identificar que as ocupações Jê meridionais remontam ao início da era cristã, com maior concentração após o ano 1.000 AD, corte temporal que marca o surgimento de aterros geométricos e montículos. As datações obtidas neste trabalho, documentam uma ocupação para estrutura B do sítio SC.PQ.17 em 1.293 - 1.393 Cal AD. Para a estrutura C do sítio SC.PQ.18, as datas indicam que a mesma 'casa' foi ocupada durante dois cortes cronológicos afastados, o primeiro alcança 598 - 677 cal AD e o segundo está posicionado entre os anos 1.492 - 1.646 Cal AD.

Escavações amplas e um maior número de idades  $^{14}\text{C}$  são necessárias para traçar com maior segurança a cronologia dos sítios arqueológicos investigados. Contudo, os dados cronológicos produzidos são importantes para o problema geral da presente pesquisa. A bacia hidrográfica do Arroio Cará teve ocupações relacionadas aos grupos Jê meridionais em período concomitante à franca expansão da floresta com Araucária no planalto catarinense, entre os séculos VII e XVII.

## 5.10 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. G. M. A tradição cerâmica Itararé-Taquara: características, área de ocorrência e algumas hipóteses sobre a expansão dos grupos Jê no sudeste do Brasil. **Revista de Arqueologia**, São Paulo, n. 20, p. 9-38, 2007.

BEHLING, H. Investigations into the Late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (S Brazil). **Vegetation History and Archaeobotany**, vol. 4, p. 127-152, 1995.

BEHLING, H. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, vol. 177, p. 19-27, 2002.

BINFORD, L. Mortuary Practices: their study and their potential. **Society for American Archaeology**, n. 25, p. 6-29, 1971.

BITENCOURT, A. L. V.; KRAUSPENHAR, P. M. Possible prehistoric anthropogenic effect on *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze expansion during the late Holocene. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 9, n. 1, p. 109-116, 2006.

BROCHADO, J. J. J. P.; CALDERÓN, V.; CHMYZ, I.; DIAS JR., O. F.; EVANS, C.; MARANCA, S.; MEGGERS, B. J.; MILLER, E. T.; NASSER, N. A. S.; PEROTA, C.; PIAZZA, W. F.; RAUTH, J. W.; SIMÕES, M. F. Arqueologia brasileira em 1968: um relatório preliminar sobre o Programa Nacional de Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas. **Publicações Avulsas do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, n. 12, p. 1-33, 1968.

BUCHMANN, F. S.; LOPES, F. C.; CARON, F. Icnofósseis (Paleotocas e Crotovinas) atribuídos a mamíferos extintos no Sudeste e

Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 12, n. 3, p. 247-256, 2009.

CALDARELLI, S. B.; HERBERTS, A.L. Estruturas habitacionais escavadas na bacia do rio Chapecó, extremo oeste catarinense.

**Pesquisas, Antropologia**, São Leopoldo, n. 56, p. 139-156, 2002.

CALDARELLI, S. B. (Org). **Projeto de levantamento arqueológico na área de inundação e salvamento arqueológico no canteiro de obras da UHE Barra Grande, SC/RS**. Relatório Final 1: Salvamento Arqueológico no Canteiro de Obras, Margem Direita e Esquerda do Rio Pelotas: Resultados dos Trabalho de Campo, dezembro de 2002.

CALDARELLI, S. B; HERBERTS, A. L. **Levantamento Arqueológico na Área Diretamente Afetada da UHE Pai Querê, Rio Pelotas, SC/RS – Relatório Final 02**: Levantamento Arqueológico da Margem Direita do Rio Pelotas. Florianópolis, vol. I e II, 2004.

CALDARELLI, S. B.; HERBERTS, A. L. **A contribuição das pesquisas no AHE Quebra-Queixo à problemática dos assentamentos em casas subterrâneas no Extremo-Oeste Catarinense e à arqueologia Kaingang**. I Colóquio sobre Sítios Construídos: Casas Subterrâneas. Santa Maria, Pallotti, p. 85-128, 2005.

CHMYZ, I. O sítio arqueológico PR UV 1 (abrigo sob-rocha Casa de Pedra), **Arqueologia**, n. 3, p. 5-41, 1967.

CHMYZ, I.; SAUER, Z. C. P. Nota prévia sobre as pesquisas arqueológicas no Vale do Rio Piquiri. **Dédalo**. Ano VII. n. 13, 1973.

CHMYZ, I. **Relatório das pesquisas arqueológicas realizadas na área da Usina Hidrelétrica de Salto Santiago (1979-80)**. Florianópolis - Curitiba, ELETROSUL - IPHAN, 1981.

CHMYZ, I. Arqueologia de Curitiba. **Boletim Casa Romário Martins**, Curitiba, v. 21, p. 3-54, 1995.

CHMYZ, I.; BORA, E.; CECCON, R. S.; SGANZERLA, E. M., VOLCOV, J. E. A Arqueologia da área do aterro sanitário da região metropolitana de Curitiba, em Mandirituba, Paraná. **Arqueologia**, UFPR, n. esp, v.2, p. 1-138, 2003.

CHMYZ, I.; SGANZERLA, E.M.; VOLCOV, J.E.; BORA, E.;  
CECCON, R.S. A arqueologia da LT 750 kV Ivaiporã-Itaberá III,  
Paraná - São Paulo. **Arqueologia**, UFPR, v. 5, p. 1-305, 2008.

CHMYZ, I.; SGANZERLA, E. M.; VOLCOV, J. E.; BORA, E.;  
CECCON, R.S. Relatório Final do Projeto de Salvamento Arqueológico  
na área de implantação da Mina Dois Irmãos, em São Mateus do Sul -  
Paraná. **Arqueologia**, UFPR, 2009.

CLAUDINO, D. C. Arqueologia na Encosta Catarinense: **em busca dos vestígios materiais Xokleng**. Dissertação de Mestrado. Unisinos, São Leopoldo/RS, 2011.

CORTELETTI, R. **Projeto Arqueológico Alto Canoas – PARACA: um estudo da presença Jê no Planalto Catarinense**. Tese de Doutorado, Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, 2012.

CORTELETTI, R.; DICKAU, R.; DE BLASIS, P.; IRIARTE, J.  
Revisiting the economy and mobility of southern proto-jê (Taquara-Itararé) groups in the southern Brazilian highlands: starch grain and phytoliths analyses from the Bonin site, Urubici, Brazil. **Journal of Archaeological Science**, n. 58, p. 46-61, 2015.

COPÉ, S. M.; SALDANHA, J. D. M. Em busca de um sistema de assentamento para o Planalto Sul Rio-Grandense: Escavações no sítio RS-NA-03, Bom Jesus, RS. **Pesquisas Antropologia**, São Leopoldo, n.58, p. 107-20, 2002.

COPÉ, S. M.; SALDANHA, J. D. M.; CABRAL, M. P. Contribuições para a pré-história do planalto: estudo da variabilidade de sítios arqueológicos de Pinha da Serra, RS. **Pesquisas Antropologia**, São Leopoldo, n. 58, p. 121-138, 2002.

COPÉ, S. M. **Les grands constructeurs précoloniaux du plateau du sud du Brésil: étude de paysages archéologiques à Bom Jesus, Rio Grande do Sul, Brésil**. 2006. 395 f. Thèse (Doctorat em Archéologie), Université de Paris I, Paris, 2006.

COPÉ, S. M. A gênese das paisagens culturais do planalto sul brasileiro. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, n. 83, p. 149-171, 2015.

DAVIS, I. Proto Jê phonology. *Estudos Linguísticos*. **Revista Brasileira de Linguística Teórica e Aplicada**, v.1, n. 2, p. 10-24, 1966.

D'ANGELIS, W. R. Mabilde e seus “apontamentos” sobre os coroados selvagens: tentando separar informação de mistificação e preconceitos. **Anais da 25ª Reunião Brasileira de Antropologia**, GT 48: Saberes coloniais sobre os indígenas em exame: relatos de viagem, mapas, censos e iconografia. Goiânia, 2006.

DE BLASIS, P.; KNEIP, A.; SCHEEL-YBERT, R.; GIANNINI, P.C.; GASPAS, M.D. Sambaquis e Paisagem: dinâmica natural e arqueologia regional no litoral do sul do Brasil. **Arqueologia Suramericana**, v. 3, n. 1, p. 29-61, 2007.

DEBLASIS, P., FARIAS, D. S, KNEIP, A. Velhas tradições e gente nova no pedaço: perspectivas longevas de arquitetura funerária na paisagem do litoral sul catarinense. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, v. 24, p. 109-136, 2014.

DE MASI, M. A. N. Pescadores coletores da costa sul do Brasil. **Pesquisas – Antropologia**, São Leopoldo, Antropologia, n. 57, p. 1-125, 2001.

DE MASI, M. A. N. Arqueologia das Terras Altas do Sul do Brasil. O Baixo Vale do Rio Canoas, SC. **Anais do XII Congresso da Sociedade de Arqueologia Brasileira**. CD-ROM. São Paulo, 2003.

DE MASI, M. A. N. **Relatório Final – Projeto de Salvamento Arqueológico Usina Hidrelétrica Campos Novos**, 2005.

DE MASI, M. A. N. Centros cerimoniais do planalto meridional: uma análise intrasítio. **Revista de Arqueologia**, v.22, n. 1, p. 99-113, 2009.

FARIAS, D. E. **Distribuição e Padrão de Assentamento – propostas para os sítios da tradição umbu na encosta de Santa Catarina**. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

GUÉRIOS, R. F. M. O Xocrén é idioma Caingangue. **Arquivos do Museu Paranaense**, n. 4, p. 321-331, 1945.

GRESPLAN, C. A.; SCHMITZ, P. I. Arqueologia do Planalto Sul-rio-grandense: o estudo da ocupação de duas casas subterrâneas. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA**, n. 2, p. 137-143, 2003.

HENRY, J. **Jungle people: a Kaingang tribe of the highlands of Brazil**. New York, Vintage Books, 2ª ed., 1964.

HERBERTS, A.L.; MÜLLER, L.M. **Os sítios funerários do ‘Projeto de Arqueologia Compensatória UHE Barra Grande - SC’**. Anais do XIV Congresso da Sociedade de Arqueologia Brasileira “Arqueologia, Etnicidade e Território”. Erechim: HABILIS. Em CD-Rom, 16 p. 2007.

HERBERTS, A. L.; PERIN, E. B. **Projeto de Pesquisa Arqueológica Pré-histórica e Paleoambiental no Vale do Arroio Cará, Município de Lages, Estado de Santa Catarina**. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2016.

HERBERTS, A. L.; PERIN, E. B. **Relatório Final de Pesquisa do Projeto de Pesquisa Arqueológica Pré-histórica e Paleoambiental da bacia hidrográfica do Arroio Cará, Município de Lages, Estado de Santa Catarina**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

IBGE. **Mapa etno-histórico do Brasil e regiões adjacentes**. Adaptado do mapa de Curt Nimuendaju [1944]. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 1987.

IRIARTE, J. BEHLING, H. The expansion of Araucaria forest in the southern Brazilian highlands during the last 4000 years and its implications for the development of the Taquara/Itaré Tradition. **Environmental Archaeology**. vol. 12, n. 2, p. 115-127, 2007.

IRIARTE, J., GILLAM, J.C., MAROZZI, O., 2008. Monumental burials and memorial feasting: an example from the southern Brazilian highlands. **Antiquity**, n. 82, p. 947-961, 2008.

IRIARTE, J.; COPÉ, S. M.; FRADLEY, M.; LOCKHART, J.; GILLAM, J. C. Sacred landscapes of the southern Brazilian highlands: understanding southern Proto-Jê mound and enclosure complexes.

**Journal of Anthropological Archaeology**, Amsterdam, v. 32, n. 1, p. 74-96, 2013.

IRIARTE, J., DEBLASIS, P., SOUZA, J. G. Emergent Complexity, Changing Landscapes, and Spheres of Interaction in Southeastern South America During the Middle and Late Holocene. **J Archaeol Res**, vol. 25, p. 251-313, 2017.

JOLKESKY, M. P. de V. **Reconstrução Fonológica e Lexical do Proto-Jê Meridional**. Dissertação de Mestrado em Linguística. Unicamp, Campinas, 2010.

KEMPF, W. G. Notas sobre um grupo de indígenas de Santa Catarina. **Revista do Arquivo Municipal, São Paulo**, v. CXVII, p. 25-34, 1947.

LAMING, A. EMPERAIRE, J. A jazida José Vieira: um sítio Guaraní e pré-cerâmico do interior do Paraná. Curitiba, **Arqueologia UFPR**, n. 1, p. 1-148, 1959.

LA SALVIA, F. A habitação subterrânea: uma adaptação ecológica. In: WEIMAR, N.; Günter, S. (eds). **A Arquitetura no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Mercado Aberto, p. 7-26, 1983.

LAVINA, R. **Os Xokleng de Santa Catarina: uma etnohistória e sugestões para os arqueólogos**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. São Leopoldo, 1994.

MABILDE, P.A.B. **Apontamentos sobre os indígenas selvagens da nação Coroados que habitam os sertões do Rio Grande do Sul**. Anuário do Estado do Rio Grande do Sul, XIII. Porto Alegre, 1897.

MACHADO, J. Caminhos e Paradas. Perspectivas sobre o território Laklãnõ (Xokleng). **Revista Do Museu De Arqueologia E Etnologia**, vol. 27, p.179-196, 2016.

MANIZER, H. **Os Kaingáng de São Paulo**. Trad. de Juracilda Veiga. Ed. Curt Nimuendajú, Campinas, 2006.

MANIZER, H. **Les Kaingang de São Paulo**. Proceeding of the XXIIIth Congress International of Americanists. New York, p. 760-791, 1930.

MAYBURY-LEWIS, D. (ed.). **Dialectical societies: the Gê and Bororo of Central Brazil**. Harvard University Press, Cambridge, 1979.

MARTIUS, C. F. P. V. Beiträge zur Ethnographie und Sprachenkunde Amerika's zumal Brasiliens. I. **Zur Ethnographie**. Leipzig: Friedrich Fleischer, 1867.

MENGHIN, O. El poblamiento Prehistorico de Misiones. **Anales de Arqueologia y Etnologia**. Tomo XII. Mendoza, p. 19-40, 1957.

MÉTRAUX, A. The Caingang. In: STEWARD, J. H. (Ed.), **Handbook of South American Indians**. Washington: Smithsonian Institution, v. 1, p. 445-447, 1946.

MILLER, E. T. Pesquisas arqueológicas efetuadas no noroeste do Rio Grande do Sul (Alto Uruguai). **Publicações Avulsas do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, n. 10, p. 33-54, 1969.

MILLER, E. T. **Pesquisas arqueológicas efetuadas no Planalto Meridional, Rio Grande do Sul (rios Uruguai, Pelotas e das Antas)**. Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas – Resultados Preliminares do quarto ano (1968 – 1969). Belém. Museu Paraense Emílio Goeldi, 1971.

MONTOYA, Pe. A. R. D. **Carta de Pe. Antonio Ruiz, superior da Missão do Guairá, ao Pe. Nicolau Duran, provincial da Companhia de Jesus, 02.07.1628**. Manuscritos da Coleção de Angelis. v. 1 – Jesuítas e Bandeirantes no Guairá (1549-1640). Rio de Janeiro, Biblioteca Nacional, p. 259-298, 1951.

MÜLLER, L. M. Casas subterrâneas do Planalto Catarinense: estudo de caso do sítio SC.AG.107. **Anais do XIV Congresso da Sociedade de Arqueologia Brasileira** “Arqueologia, Etnicidade e Território”. Erechim: HABILIS. Em CD-Rom, 7 p, 2007.

MÜLLER, L. M. **Sobre índios e ossos: estudo de três sítios de estruturas anelares construídos para enterramento por populações que habitavam o vale do rio Pelotas no período pré-contato**. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MÜLLER, L. M. (Org.); BRÜGGEMANN, A. A.; HERBERTS, A. L.; ARNOLD, E.; MATOS, F.; HOELTZ, S. E. **Estudo e valorização do patrimônio arqueológico do Vale do Rio Pelotas, SC: a contribuição da UHE Barra Grande**. Scientia Consultoria Científica, Florianópolis, 2011.

NOELLI, F. S. A Ocupação Humana na região Sul do Brasil: Arqueologia, Debates e Perspectivas 1872 - 2000. **Revista USP**, São Paulo, n. 44, p. 218-269, 2000.

NOELLI, F. S. **O mapa arqueológico dos povos Jê no sul do Brasil**. In: TOMMASINO, K.; MOTA, L.; NOELLI, F. S. (Org.). *Novas contribuições aos estudos interdisciplinares dos Kaingang*. Londrina: EDUEL, p. 19-55, 2004.

NOELLI, F. S.; SOUZA, J. G. Novas perspectivas para a cartografia arqueológica Jê no Brasil meridional. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Belém, v. 12, n. 1, p. 57-84, 2017.

OPPITZ, G. **Coisas que mudam: os processos de mudança nos sítios conchíferos catarinenses e um olhar isotópico sobre o caso do sítio Armação do Sul, Florianópolis/SC**. Dissertação de Mestrado em Arqueologia, MAE/USP, 2015.

PARELLADA, C. I. **Estudo arqueológico no alto vale do rio Ribeira: área do gasoduto Bolívia - Brasil, trecho X, Paraná**. Tese de Doutorado. Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

PARELLADA, C. I. Paisagens transformadas: a arqueologia de povos Jê no Paraná, Sul do Brasil. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n. 27, p. 158-167, 2016.

PERIN, E. B. **Arqueologia e Paleoambiente do Arroio Cará**. Qualificação de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

POSSAMAI, O. As relações entre São Francisco de Paula e os povoados dos municípios de Santo Antônio da Patrulha. In: BARROSO, V. L. M.

(Org.) **Raízes de Santo Antônio da Patrulha, São Francisco de Paula e Tramandaí**. Porto Alegre, EST, p. 126-129, 1992

REIS, M. J. **A problemática das estruturas subterrâneas no Planalto de Catarinense**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo - USP, 1980.

REIS, L. B. **Para uma história Jê meridional na longa duração: o contexto em Alfredo Wagner (SC) e a sua inserção regional**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2015.

REIS, L. B.; ALMEIDA, F. S.; BUENO, L. R. Entre 'estruturas e pontas': o contexto arqueológico do Alto Vale do Itajaí do Sul e o povoamento do Brasil meridional. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Humanas, v. 13, n. 3, p. 597-623, 2018.

RENFREEW, C.; BAHN, P. **Arqueologia: Teorias, Métodos y Práticas**. Akal. Madrid, 1998.

RIBEIRO, P. A. M. Casas subterrâneas do Planalto meridional, município de Santa Cruz do Sul, Brasil. **Revista do CEPA**, Santa Cruz, v. 9, p. 1-52, 1980.

RIBEIRO, P. A. M.; RIBEIRO, C. T. Levantamentos arqueológicos no município de Esmeralda, RS, Brasil. **Revista do CEPA**, Santa Cruz do Sul, v. 12, n. 14, p. 49-105, 1985.

ROHR, J. A. Os sítios arqueológicos do Planalto Catarinense, Brasil. **Pesquisas, Antropologia**. n. 24, p. 1-56, 1971.

SALDANHA, J. D. Paisagem e Sepultamentos nas Terras Altas do sul do Brasil. **Revista de Arqueologia**, Belém, v. 21, p. 85-95, 2008.

SCHMITZ, P. I. Algumas datas de carbono 14 de casas subterrâneas no planalto do Rio Grande do Sul. **Pesquisas, Antropologia**, São Leopoldo, n. 20, p. 163-167, 1969.

SCHMITZ, P. I.; BROCHADO, J. P. Datos para una secuencia cultural del Estado de Rio Grande do Sul, Brasil. **Gabinete de Arqueologia Publicações**, v. 2, p. 1-20, 1972.

SCHMITZ, P. I. As tradições ceramistas do planalto sul-brasileiro. *Arqueologia do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, Documentos*, São Leopoldo, n. 2, p. 74-130, 1988.

SCHMITZ, P. I.; BECKER, Í. I. B. Os primitivos engenheiros do planalto e suas estruturas subterrâneas: a tradição Taquara. *Arqueologia do Rio Grande do Sul, Brasil, Documentos*, São Leopoldo, v. 5, p. 67-105, 1991.

SCHMITZ, P. I.; ROSA, A. O.; IZIDORO, J. M.; HAUBERT, F.; KREVER, M. L. B.; BITENCOURT, A. L. V.; ROGGE, J. H.; BEBER, M. V. Içara: Um Jazigo Mortuário no Litoral de Santa Catarina. **Pesquisas, Antropologia**, São Leopoldo, n. 55, 164 p, 1999.

SCHMITZ, P. I.; ROGGE, J. H.; ROSA, A. O.; BEBER, M. V.; MAUHS, J.; ARNT, F. V. O Projeto Vacaria: casas subterrâneas no Planalto Rio Grandense. **Pesquisas, Antropologia**, São Leopoldo, n. 58, p. 11-105, 2002.

SCHMITZ, P. I.; ARNT, F.V.; BEBER, M.V.; ROSA, A.O.; ROGGE, J.H. Taió, no vale do Rio Itajaí, SC. O encontro de antigos caçadores com as casas subterrâneas. **Pesquisas, Antropologia**, São Leopoldo, n. 67, p. 85-320, 2009.

SCHMITZ, P. I.; ARNT, F.V.; BEBER, M.V.; ROSA, A.O.; FARIAS, D. S. de. Casas subterrâneas no planalto de Santa Catarina: São José do Cerrito. **Pesquisas, Antropologia**, São Leopoldo, n. 68, p. 7-78, 2010.

SCHMITZ, P. I.; ROGGE, J. H. 107 ‘casas subterrâneas’ no início do povoamento Jê Meridional em Santa Catarina. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**. São Paulo: MAE/USP, n. 21, p. 185-204, 2011.

SCHMITZ, P. I.; ROGGE, J. H.; NOVASCO, R. V.; MERGEN, N. M.; FERRASSO, S. Boa Parada um lugar de casas subterrâneas, aterros plataforma e ‘danceiro’. **Pesquisas - Antropologia**, São Leopoldo, n. 70, p. 133-195, 2013.

SERRANO, A. **Etnografía de la antigua Provincia del Uruguay**. Paraná, 1936.

SILVA, S. B. D.; SCHMITZ, P.I.; ROGGE, J.H.; DE MASI, M.A.N.; JACOBUS, A. L. O sítio arqueológico da Praia da Tapera: um assentamento Itararé e Tupiguarani. **Pesquisas, Antropologia**, São Leopoldo, Antropologia, n. 45, p. 210, 1990.

SILVA, F. A. As cerâmicas dos Jê do Sul do Brasil e os seus estilos tecnológicos: elementos para uma etnoarqueologia Kaingang e Xokleng. **Revista do CEPA**, Santa Cruz do Sul, v. 23, n. 30, p. 57-73, 1999.

SILVA, F.; NOELLI, F. História indígena e arqueologia: Uma reflexão a partir dos estudos sobre os Jê Meridionais. **Revista Do Museu De Arqueologia E Etnologia**, vol. 27, p. 5-20, 2016.

SNOW, C. T. Uma nota crítica sobre o uso da glotocronologia na Arqueologia. **Arquivos do Museu de História Natural**, UFMG, vol. 2, 1977.

SOUZA, J. G. **A cerâmica da Tradição Itararé-Taquara (RS/SC/PR) e a difusão das línguas Jê Meridionais: uma análise dos dados.** Trabalho de conclusão. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

SOUZA, J. G. Rethinking households, communities and status in the southern Brazilian highlands. **Journal of Anthropological Archaeology**, v. 52, p. 44-58, 2018.

SOUZA, J. G.; COPÉ, S. M. Novas perspectivas sobre a arquitetura ritual do planalto meridional brasileiro: pesquisas recentes em Pinhal da Serra, RS. **Revista de Arqueologia**, Belo Horizonte, v. 23, n. 2, p. 98-111, 2010.

SOUZA, J. G. Centros cerimoniais e sistemas de assentamento Jê do Sul. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, Suplemento, n. 20, p. 49-55, 2015.

SOUZA, J. G. D.; CORTELETTI, R.; ROBINSON, M.; IRIARTE, J. The genesis of monuments: Resisting outsiders in the contested landscapes of southern Brazil. **Journal of Anthropological Archaeology**, n. 41, p. 196-212, 2016.

SOUZA, J. G. D.; ROBINSON, M.; CORTELETTI, R.; CÁRDENAS, L. C.; WOLF, S.; MAYLE, F.; DE BLASIS, P. Understanding the Chronology and Occupation Dynamics of Oversized Pit Houses in the Southern Brazilian Highlands. **Plos One**, v. 11, n. 7, 2016b.

URBAN, G. A história da cultura brasileira segundo as línguas nativas. In: CUNHA, Manuela Carneiro da. (Org.) **História dos índios no Brasil**. São Paulo: Cia das Letras, 1998.

VEIGA, J. **Aspectos fundamentais da cultura Kaingang**. Campinas, Curt Nimuendajú, 2006.

WIESEMANN, U. Os dialetos da língua Kaingang e o Xokleng. **Arquivos de Anatomia e Antropologia, III**. Rio de Janeiro, Instituto de Antropologia Prof. Souza Marques, v. 3, p. 197-217, 1978.

WILLEY, G.; PHILLIPS, P. **Method and theory in American Archaeology**. Chicago: University of Chicago Press, 1958.



## **6 INFLUÊNCIA DOS ÍNDICES TOPOGRÁFICOS E EDÁFICOS NA DISTRIBUIÇÃO DA FLORESTA COM ARAUCÁRIA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CARÁ, COXILHA RICA, SANTA CATARINA, BRASIL.**

### Resumo

Este trabalho apresenta os resultados do estudo que investiga a relação entre a distribuição fitogeográfica da Floresta com Araucária na bacia hidrográfica do Arroio Cará, situado no município de Lages (SC), e índices topográficos, hidrográficos e edáficos derivados de modelos digitais de terreno. A investigação foi realizada por intermédio de técnicas de análise espacial e estatística multivariada. A classificação fitogeográfica foi feita a partir da fotointerpretação de um ortofotomosaico e de observações *in loco*. Foram utilizados 9 índices topográficos, 2 edáficos e um hidrográfico. O cruzamento entre o mapa fitogeográfico e os índices foi feito utilizando-se pontos amostrais aleatórios. A avaliação da relação entre a fitogeografia e os índices foi feita através da análise de componentes principais. Os resultados obtidos indicam que as formações contínuas da floresta estão associadas com valores maiores de declividade, profundidade do solo e curvatura do perfil para cima, ocupando também as áreas de menor altitude na bacia e com menos insolação potencial.

### 6.1 INTRODUÇÃO

As Florestas com Araucária estão associadas a ambientes específicos, onde a combinação entre clima, relevo e solo cria condições para o seu desenvolvimento. A *Araucaria angustifolia* é uma espécie com características de espécies pioneiras, por apresentar regeneração natural e por ocupar, com frequência, áreas de campo (HUECK, 1953). A Araucária é uma espécie exigente em termos de condições físicas e de fertilidade do solo, principalmente em relação à profundidade. Solos ideais ao seu crescimento são profundos e bem drenados (GOLFARI e BARRET, 1967; LASSERE *et al.*, 1972; HOOGH, 1981; FERNÁNDEZ, 1989; CARVALHO, 2002; PUCHALSKI *et al.*, 2006).

Numa perspectiva agrônômica, Bolfini *et al.* (1980) indicam que as condições edáficas que mais dificultam o crescimento da Araucária estão relacionadas à toxidez por alumínio, a solos com profundidades inferiores a um metro e à ocorrência de lençóis freáticos em profundidades menores que 90 cm. Contudo, abordagens ecológicas

como as de Maack (1968) para o Paraná e a de Puchalski *et al.* (2006) para Santa Catarina, indicam que a distribuição das áreas ocupadas pela Floresta com Araucária (KLEIN, 1978) nos dois estados não coincide com a distribuição dos solos mais férteis, e sim, com áreas de solos distróficos ou alumínicos. Segundo os autores, em áreas com solos férteis a espécie tem dificuldade para competir com a vegetação latifoliada da floresta pluvial (Semidecidual ou Ombrófila Densa). Sua presença em solos desfavoráveis constitui evidência de resiliência da espécie.

Uhlmann *et al.* (2012) descrevem o padrão fitogeográfico de Santa Catarina, e associam a distribuição espacial da Floresta com Araucária (Floresta Ombrófila Mista – FOM) a um gradiente de longitude e altitude que começa a predominar a partir das longitudes mais afastadas da costa, coincidindo com as áreas a oeste das escarpas da Serra Geral. Os autores destacam, ainda, a presença da FOM como a única formação florestal encontrada em altitudes superiores a 1.200 m, além da sua presença em altitudes entre 600 e 1200 metros integradas a outras formações florestais, como as Florestas de Faxinais, que predominam na faixa de altitude entre 700m e 1.200 (KLEIN, 1978).

Na bacia hidrográfica do Arroio Cará predominam “campos limpos” formados por agrupamentos de gramíneas, com destaque para ciperáceas, leguminosas e verbenáceas (KLEIN, 1978); ocorrem também galerias e capões isolados, formando mosaico característico de muitas áreas do Planalto Catarinense. Nas cabeceiras de drenagem e fundos de vale são comuns áreas alagadas sob a forma de banhados e de turfeiras. No Mapa Fitogeográfico de Santa Catarina, Klein (1978), o território cultural da Coxilha Rica, ao sul de Lages, é marcado por um grande núcleo de campos entremeados por matas ciliares ou de galeria, por capões e pequenos bosques de pinhais. Esse mosaico é dependente do efeito da altitude que implica na ocorrência de temperaturas mais amenas, sendo uma herança de fases glaciais do passado.

Os dados paleoambientais indicam que durante o Holoceno Inferior e Médio a Floresta com Araucária estava restrita à matas de galeria junto aos vales dos rios principais, de onde se expandiu a partir de aproximadamente 3.000 AP, avançando progressivamente sobre as áreas de campo. Sua franca expansão no Planalto Meridional é documentada nos registros polínicos a partir de aproximadamente 1.000 anos AP (BEHLING, 1995; BEHLING *et al.* 2001; BEHLING, 2002). Em contraponto, os dados palinológicos obtidos no alto curso do Arroio Cará, indicam predominância de vegetação campestre na área da bacia desde pelo menos o quarto inicial do Holoceno Médio, há aproximadamente 6.900 anos AP, sem sinais de substituição das áreas campestres por

florestas. As condições climáticas do último milênio deveriam ter culminado com a substituição das áreas campestres por florestas no Planalto Meridional. O que não ocorreu.

Uma das alternativas para investigar os motivos que sustentam a permanência das áreas campestres, passa por verificar a relação da distribuição dessas feições fitogeográficas com as características morfométricas e edáficas de terreno, utilizando análises espaciais e estatísticas. De fato, estudos estatísticos sobre a influência dos fatores topográficos e edáficos na distribuição da vegetação são bastante difundidos no meio científico.

No âmbito global, podem ser citados trabalhos desenvolvidos por Fagua *et al.* (2013), para a distribuição da espécie *Aniba Perutilis* em fragmentos florestais dos Andes centrais da Colômbia; Bunyan *et al.* (2015) para o mosaico de pastagens e fragmentos de Shola, uma floresta tropical de regiões montanhosas do Gates Ocidental na Índia; Ediriweera *et al.* (2016) sobre florestas de eucalipto de Nova Gales do Sul, Austrália, e Jucker *et al.* (2018) para florestas tropicais na ilha de Bornéu.

No âmbito regional, Puchalski *et al.* (2006), estudaram a relação da *Araucaria angustifolia* com características climáticas e edáficas em sua área de ocorrência natural no estado de Santa Catarina, identificando a profundidade do solo como fator determinante do porte médio da espécie. Gerhardt *et al.* (2010) utilizaram estatística multivariada para verificar a influência dos fatores físicos e morfológicos do solo em um povoamento de *Araucaria angustifolia* na Floresta Nacional de Canela (RS). Os dados obtidos indicam que planícies e partes inferiores das encostas, locais com solos profundos, siltosos e arenosos estão associados a maiores incrementos médios anuais em altura para a espécie

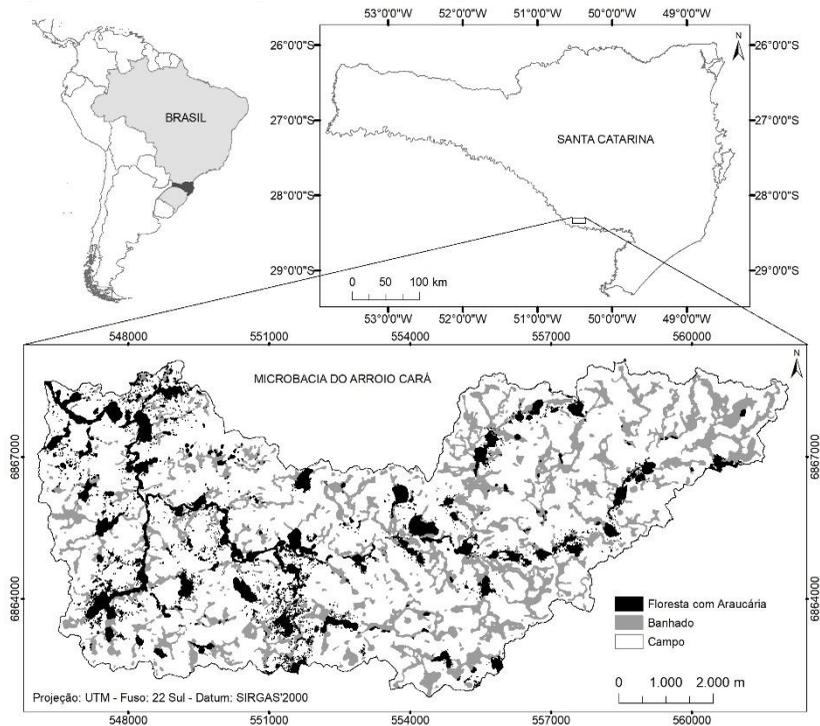
O objetivo deste trabalho é o de investigar a relação entre a distribuição da Floresta com Araucária e os índices topográficos, hidrológicos e edáficos na bacia hidrográfica do Arroio Cará, situado na porção sul da Coxilha Rica. Especificamente, buscou-se identificar qual ou quais, dos índices utilizados explica melhor a distribuição da Floresta com Araucária na bacia.

## 6.2 BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO CARÁ

A bacia hidrográfica do Arroio Cará está situada no território cultural da Coxilha Rica que abrange a porção sul do município de Lages, no estado de Santa Catarina. O Arroio Cará é um afluente do Arroio Penteadado, fazendo parte da bacia hidrográfica do rio Pelotinhas, que é um dos formadores da margem direita do rio Pelotas. Sua área abrange

6.981,5 ha, com altitudes que variam entre 752 e 1.118 m. A bacia do Arroio Cará está inserida no domínio fitogeográfico dos Campos (KLEIN, 1978), que ocorre quase em sobreposição à unidade geomorfológica do Planalto dos Campos Gerais (Figura 28).

Figura 28 - Cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Arroio Cará.



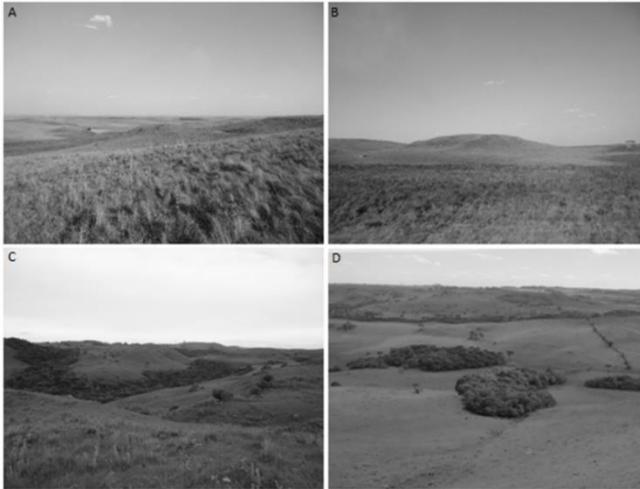
Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme a classificação de Thornthwaite o clima do território da Coxilha Rica é úmido, com total anual de precipitação variando entre 1.400 e 1.600 mm. A área possui temperatura média anual de 14°C com média para o mês de janeiro entre 18 e 20 °C e para o mês de julho entre 8 e 12 °C. O total anual de insolação oscila entre 1.800 e 2.000 horas (SANTA CATARINA, 1986).

O isolamento geográfico da Coxilha Rica e o uso histórico dos campos naturais para a pecuária extensiva, que ainda hoje é praticada, não exigiu alterações significativas da paisagem para seu aproveitamento

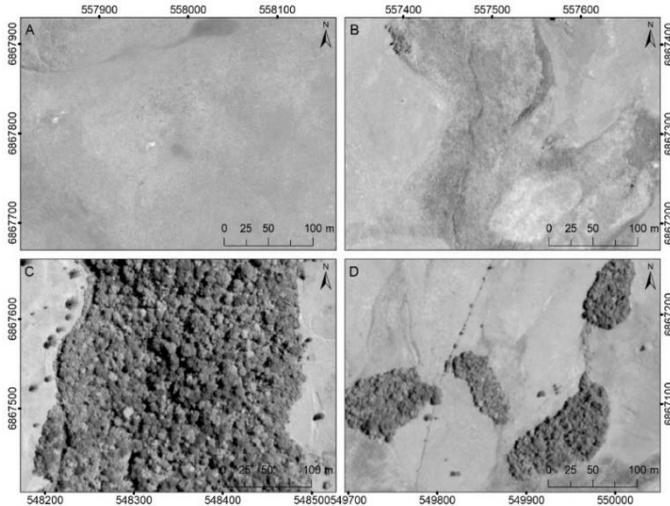
econômico; como resultado sua paisagem histórica sofreu poucas alterações. (Figuras 29 e 30).

Figura 29 - Cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Arroio Cará: (A) campos, (B) banhados (C) matas galeria e (D) capões ou bosques de pinhais.



Fonte: Fotografias do autor.

Figura 30. Ortofotos da bacia hidrográfica do Arroio Cará: (A) campos, (B) banhados (C) matas galeria e (D) capões ou bosques de pinhais.



Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM, Datum Sirgas 2000, Fuso 22S - Ortofotos de SC (SDS, 2013)

Fonte: SDS (2013).

## 6.3 MATERIAIS E MÉTODOS

### 6.3.1 Mapeamento da cobertura do solo

O mapa fitogeográfico da bacia hidrográfica do Arroio Cará foi produzido por fotointerpretação manual do ortofotomosaico de Santa Catarina, disponibilizado pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina (SDS, 2013) com resolução espacial de 39 cm (Figura 29).

Foram definidas 4 classes de mapeamento, segundo a descrição fitogeográfica proposta por Klein (1978): (i) foram classificados como campos, as áreas abertas com vegetação rasteira e arbustos de baixa altura (Figuras 28 e 29, A); (ii) os banhados são definidos como áreas muito úmidas, situadas nas cabeceiras de vale e em áreas marginais à drenagem, ocupadas por vegetação adaptada à presença constante da água (Figuras 28 e 29, B); (iii) as matas galeria, que ocorrem em faixas estreitas e alongadas seguindo o curso da hidrografia (Figuras 28 e 29, C); (iv) os capões ou bosques de pinhais, que ocorrem sob a forma de manchas florestais isoladas, compostas por vegetação arbórea e arbustiva, contendo frequentemente exemplares de *Araucaria Angustifolia* (Figuras 28 e 29, D)

Após a fotointerpretação das classes fitogeográficas, foram realizadas duas incursões a campo para validar o mapeamento. Em campo, as feições identificadas através da fotointerpretação foram fotografadas (Figura 28) e comparadas com a descrição original das classes definidas por Klein (1978).

### 6.3.2 Índices topográficos

Os índices topográficos foram organizados e processados no software ArcGis 10.4, conforme descrito nas tabelas 15 e 16. A base para geração dos índices topográficos foi o modelo digital de elevação *Shuttle Radar Topography Mission* – SRTM (USGS, 2006). Os índices topográficos foram calculados com algoritmos internos do ArcGis conforme Jenness *et al.* (2007) e Fu & Rich (2002). Os dados de profundidade e teor de carbono no solo foram obtidos diretamente da base de dados SoilGrids (SHANGGUAN *et al.*, 2017; HENGL *et al.*, 2017).

Tabela 15 - Nome, sigla, formato e resolução planimétrica em metros das variáveis topográficas da bacia hidrográfica do Arroio Cará.

<b>Nome</b>	<b>Sigla</b>	<b>Formato</b>	<b>Resolução</b>	
Altitude	Elevation	Raster	30	30
Declividade (%)	Slope	Raster	30	30
Rugosidade	Roughness	Raster	30	30
Índice topográfico de umidade	Twi	Raster	30	30
Radiação solar sobre a superfície do terreno no verão	Inss	Raster	30	30
Radiação solar sobre a superfície do terreno no inverno	Insw	Raster	30	30
Posição topográfica	Tpi	Raster	30	30
Distância do rio	Distance	Raster	1	1
Profundidade do solo	Depth	Raster	250	250
Teor de carbono orgânico no solo – terra fina em g / kg	Fine	Raster	250	250
Curvatura (perfil)	Cprofile	Raster	30	30
Curvatura (plana)	Cplan	Raster	30	30

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 16 - Nome, fonte e método utilizado para geração dos índices topográficos da bacia hidrográfica do Arroio Cará.

<b>Nome</b>	<b>Fonte</b>	<b>Método</b>
Altitude	USGS (2006)	ArcGis Spatial Analyst
Declividade (%)	USGS (2006)	ArcGis 3D Analyst
Rugosidade	USGS (2006)	Jenness <i>et al.</i> (2007)
Índice topográfico de umidade	SDS (2009)	Jenness <i>et al.</i> (2007)
Radiação solar sobre a superfície do terreno no verão	USGS (2006)	Fu e RICH, (2002) - ArcGis Spatial Analyst
Radiação solar sobre a superfície do terreno no inverno	USGS (2006)	Fu e RICH, (2002) - ArcGis Spatial Analyst
Posição topográfica	USGS (2006)	Weiss (2001)
Distância do rio	SDS (2009)	ArcGis Spatial Analyst
Profundidade do solo	SoilGrids	Hengl <i>et al.</i> (2017); (2018) Shangguan <i>et al.</i> , 2017
Teor de carbono orgânico no solo (terra fina) em g / kg	SoilGrids	Hengl <i>et al.</i> (2017); (2018) Shangguan <i>et al.</i> , 2017
Curvatura (perfil)	USGS (2006)	ArcGis 3D Analyst
Curvatura (plana)	USGS (2006)	ArcGis 3D Analyst

Fonte: Elaborado pelo autor.

O índice de declividade foi calculado sobre o modelo digital de elevação SRTM, por intermédio da ferramenta *3D Analyst* do ArcGis (com saída em %), utilizando algoritmos internos do software que consideram a diferença de valor de uma célula em relação a seus vizinhos, conforme as definições feitas por Burrough e McDonell (1998).

O índice de rugosidade topográfica é baseado no desvio padrão da inclinação, no desvio padrão da elevação, na convexidade de inclinação, na variabilidade da convexidade de plano (curvatura de contorno), representando uma medida de textura topográfica (JENNESS *et al.*, 2007).

O índice topográfico de umidade é definido por uma função matemática que considera três fatores, segundo Greenlee (1987): a declividade, a área de contribuição a montante e o comprimento ortogonal

da direção do fluxo. As células com valores elevados representam canais de drenagem e áreas de acumulação de sedimentos. É definido pela seguinte equação geral:

$$Twi = \text{Ln} (A/\tan \beta) \quad (1)$$

Onde Ln = Logaritmo natural; A = valor da área de acumulação de fluxo, multiplicada pela área em m<sup>2</sup> da resolução espacial do modelo digital de terreno; e  $\beta$  é a declividade expressa em radianos.

A radiação solar ou insolação é a principal fonte de energia dos processos físicos e biológicos da Terra, sendo a topografia um fator importante para determinar a sua variabilidade espacial. A ferramenta de análise do ArcGis para a análise da radiação solar utiliza o algoritmo de Fu e Rich (1999; 2002) com base em latitude, elevação, declividade, mudanças diárias do ângulo do Sol e efeito de sombras projetadas.

O índice de posição topográfica de Weiss (2001) é obtido por um algoritmo que mede a diferença entre a altitude de um ponto central (x1) e a média do seu entorno a partir de um raio determinado (x2), conforme a equação:

$$Tpi = X_1 - \bar{X} \quad (2)$$

Os valores de saída positivos representam pontos mais elevados que a média do seu entorno (cristas); valores negativos, locais rebaixados em relação aos pontos próximos (vales e depressões); e valores de zero indicam áreas planas ou declives constantes (SILVEIRA E SILVEIRA, 2017).

A distância do rio foi obtida por intermédio da ferramenta *euclidean distance*, do ArcGIS 10.4. O arquivo raster foi gerado com resolução espacial de 1 metro, utilizando os vetores da hidrografia restituída do estado de Santa Catarina (SDS, 2013).

Os dados de profundidade do solo (SHANGGUAN *et al.*, 2017) e de teor de carbono no solo (g/kg) em perfis de até 200 cm de profundidade (HENGL *et al.*, 2017) constituem o resultado de uma estimativa global do projeto SoilGrids, com resolução espacial de 250 metros, baseada em um conjunto de perfis e amostras de solo ao longo do globo, adicionados a uma série de covariáveis hidrológicas, morfológicas, litológicas e índices de vegetação.

Os modelos de curvatura foram calculados sobre os dados SRTM por intermédio da ferramenta *curvature* do ArcGis, com algoritmos internos do software, implementados com base em Zevenbergen e Thorne

(1987) e Moore *et al.* (1991). A curvatura do terreno está relacionada à forma ou curvatura de sua inclinação, que pode ser côncava ou convexa.

A curvatura do perfil afeta a aceleração e a desaceleração do ‘fluxo’ e, portanto, influencia a erosão e a deposição. Valores negativos indicam que a superfície é convexa para cima e o ‘fluxo’ é inicialmente desacelerado na porção superior da encosta, mas sua velocidade aumenta à medida que a inclinação do perfil também aumenta, na porção inferior do perfil. Valores positivos correspondem a superfícies côncavas para cima e o fluxo será inicialmente acelerado, contudo, a velocidade do ‘fluxo’ desacelera quando diminui inclinação do perfil. Valores de zero indicam que a superfície local é inclinada de forma linear (RUHE, 1975).

A curvatura do plano influencia a convergência e a divergência de fluxo. Valores positivos indicam que a superfície é lateralmente convexa, e o fluxo é dissipado. Do contrário, valores negativos são encontrados onde a superfície é lateralmente côncava e o fluxo é concentrado. Valores de zero indicam locais com superfícies lineares.

Os valores dos índices foram extraídos das matrizes espaciais por intermédio do *software* ArcGIS, seguindo os passos: 1) conversão do arquivo raster com resolução espacial de 30 m para um arquivo *shapefile* de pontos centrais; 2) extração dos valores dos 12 índices para os 77.237 pontos; 3) extração das classes fitogeográficas para os pontos com a geração da matriz dos dados utilizada para gerar as estatísticas descritivas; 4) geração dos pontos aleatórios para a área das classes fitogeográficas, obtendo uma amostra aleatória de 1 ponto/hectare. Com essa amostragem foi obtida uma matriz de 12 campos por 6.981 registros, utilizada na Análise de Componentes Principais (ACP).

### 6.3.3 Análises estatísticas

Foram utilizadas estatísticas descritivas e técnicas de estatística multivariada para identificar as correlações entre os índices e a distribuição das áreas ocupadas pelas classes fitogeográficas utilizadas. As análises estatísticas foram realizadas no *software* estatístico R, versão 3.0.3 (EVERITT e HOTHORN, 2006). As estatísticas descritivas dos índices para a bacia hidrográfica do Arroio Cará foram calculadas através do pacote “psych” também do *software* R. Para o cálculo das estatísticas descritivas foram utilizados os dados da matriz de toda a população de pontos ( $n=77.237$ ).

Para a análise multivariada foram utilizados os dados extraídos em pontos aleatórios ( $n= 6.981$ ). A redução do tamanho da matriz foi

necessária para melhorar o desempenho computacional e para facilitar a interpretação visual dos resultados da ACP através do gráfico Biplot.

Como os índices topográficos apresentam diferentes unidades de medida e diferentes escalas de valores, para a ACP seus valores foram padronizados. A padronização dos índices foi feita subtraindo-se a média do valor de cada ponto e dividindo o resultado pelo desvio padrão, de acordo com a equação:

$$Z = (X - \mu) / \sigma \quad (3)$$

Uma matriz de correlação (Spearman) foi gerada para auxiliar na identificação de índices redundantes (MARTINS, 2014; ROGERSON, 2012). Os índices com correlação superior a 0,5 foram considerados potencialmente redundantes. Para cada par de índices com valor de correlação superior a 0,5, ambos os índices foram avaliados em relação à sua distribuição espacial.

Quando os dois índices com correlação superior a 0,5 apresentaram distribuição espacial semelhante, apenas um índice foi selecionado para a ACP. A seleção do índice foi feita com base em critérios objetivos de representatividade, considerando o uso tradicional de cada índice em análises de paisagem. Quando os dois índices com correlação superior a 0,5 apresentaram distribuição espacial distinta, ambos foram considerados na ACP. A ACP foi realizada com auxílio dos pacotes “FactoMineR”, “factoextra” e “corrplot”, do *software* utilizado.

## 6.4 RESULTADOS

### 6.4.1 Fitogeografia

Por intermédio das ortofotos foi possível identificar a área das quatro classes fitogeográficas. A área ocupada por matas galeria corresponde a 221,82ha ou 3,17% da área da bacia hidrográfica, distribuída em faixas estreitas ao longo dos canais maiores e nos fundos de vale. Os capões ou bosques estão dispersos em manchas descontínuas e com formas variadas, somando 308,75 ha, constituem 4,42% da área de estudo. Os banhados estão localizados em áreas planas próximas dos cursos d’água ou em depressões nas cabeceiras de drenagem, totalizando 976,45 ha ou 14% da bacia hidrográfica. A classe com maior área é a do campo, 5.474,51 há, ocupa 78,4% da bacia hidrográfica.

#### 6.4.2 Distribuição e variação dos índices topográficos e edáficos.

Os baixos valores do coeficiente de variação dos índices topográficos e edáficos ( $CV < 0,35$ ) indicam que a bacia hidrográfica do Arroio Cará é homogênea em termos morfométricos, pois não apresenta variabilidade significativa de relevo, profundidade do solo e teor de carbono (Tabela 17 e Figura 29).

Índices importantes como altitude, declividade e rugosidade, por exemplo, nos ajudam a entender essa homogeneidade. Enquanto a altitude variou apenas 267 metros em uma área de 6.981,5ha, onde a distância linear entre os pontos de maior e menor altitude é de 15.772 m, a declividade apresentou um CV de 0,67, porém, tanto a média quanto a mediana da declividade são inferiores que 8%. A homogeneidade do terreno também é explicada pelo baixo CV do índice de rugosidade.

Tabela 17 - Estatística descritiva, média (mean), desvio padrão (sd), mediana (median), mínimos (min), máximos (max), alcance (range) e coeficiente de variação (cv) dos índices de terreno da bacia hidrográfica do Arroio Cará.

Índice	N	Mean	SD	Median	Min	Max	Range	CV
Elevation	7273	1011,18	46,33	1015	846	1113,00	267	0,05
Slope	7273	7,58	5,11	6,51	0	42,35	42,35	0,67
Roughness	7273	103,85	32,78	101,17	0	249,15	249,15	0,32
Twi	7273	7,11	2,10	6,47	4,02	20,90	16,88	0,30
Inss	7273	1131,15	20,87	1135,32	983,83	1163,63	179,80	0,02
Insw	7273	976,69	22,08	979,60	842,04	1012,18	170,14	0,02
Tpi	7273	0,00	2,56	-0,19	-12,02	19,93	31,95	578,94
Distance	7273	70,67	53,16	60,08	0	336,82	336,82	0,75
Depth	7273	184,77	12,16	186	136	200	64	0,07
Fine	7273	13,93	4,9	12	6	27	21	0,35
Cprofile	7273	0,01	0,12	0	-1,0	1,0	2,0	20,0
Cplan	7273	0,01	0,12	0	-0,7	1,0	1,8	18,7

Fonte: Elaborado pelo autor.

A altitude média na bacia é de 1.012,5m, variando entre 846 e 1.113m (Figura 29 - Elevation). A fisionomia característica do Planalto dos Campos Gerais confere certa homogeneidade a bacia hidrográfica, quando comparada às áreas dissecadas do médio Uruguai. Porém, internamente, é possível notar maior contraste altimétrico no baixo curso do Arroio Cará, onde o vale é mais estreito e profundo. As características geomorfológicas do baixo curso destoam da monotonia das colinas convexas do médio e alto curso da bacia hidrográfica.

O índice de declividade (Figura 29 - Slope) varia entre 0 e 42,3%, com média de 7,58%. As áreas com maior declividade estão concentradas na porção sul e oeste da bacia, ocorrendo em menor frequência na porção

leste. As maiores porcentagens estão associadas a encostas das colinas mais altas e nos fundos de vales dissecados no baixo curso do arroio.

A variação do índice de rugosidade do terreno está entre 0 e 249, tendo como média na bacia 103,8 (Figura 29 - Roughness). Sua distribuição espacial é muito semelhante à da declividade, pois representa a variabilidade de um ponto em relação ao seu entorno. As áreas com maior rugosidade estão concentradas na porção sul, oeste e nas encostas de colinas mais altas distribuídas pela bacia.

O índice de umidade do terreno varia entre os valores de 4 e 20,9 com média de 7,1 (Figura 29 - Twi). Os maiores valores estão relacionados com os canais de drenagem e depressões distribuídas pelas cabeceiras de drenagem e ao longo de pequenos modelados de acumulação que se estendem para além da calha dos canais, na forma de pequenas planícies fluviais. Essas áreas com maior umidade ocorrem quase em sobreposição aos banhados cartografados com as ortofotos.

A insolação potencial calculada para os períodos do inverno e verão varia entre 983,8 e 1163,6 e no inverno entre 842 e 1012,1 (Figura 29 – Inss, Insw). As áreas que recebem mais horas de Sol estão associadas espacialmente aos menores índices de declividade. É possível identificar que na porção norte da bacia, o índice tem valores menores para o período de inverno.

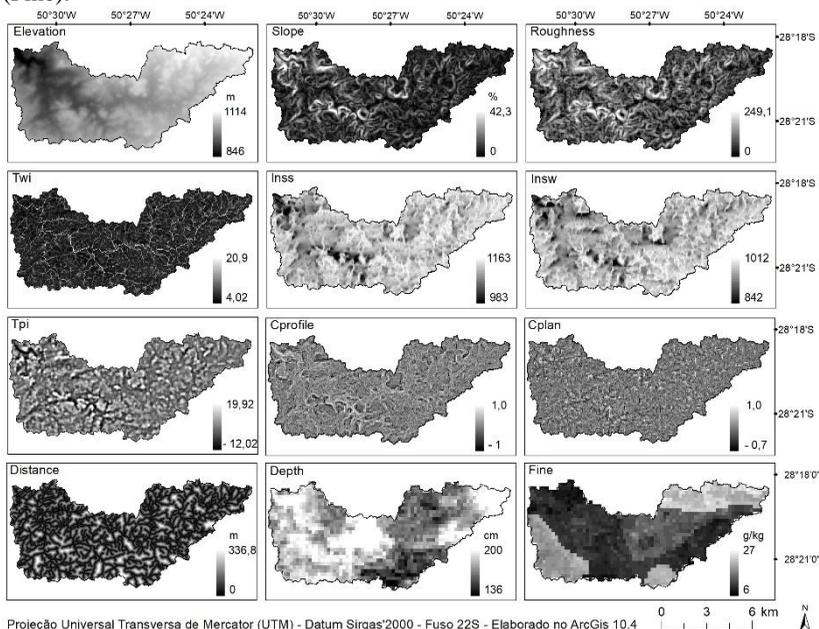
Os valores obtidos com o índice de posição topográfica variam entre -12 e 19,9, com média 0 (Figura 30 – Tpi). A distribuição dos maiores valores coincide com as encostas das colinas mais altas situadas na porção sul da bacia hidrográfica e em áreas próximas aos interflúvios. O índice de distância da hidrografia indica que o ponto mais distante de um curso d'água está a 336,8 m (Figura 30 – Distance). Os maiores valores para este índice também estão concentrados na porção sul da bacia.

O índice de curvatura do perfil está relacionado à aceleração e desaceleração do fluxo, e varia entre -1 e 1 (Figura 30 – Cprofile). Os valores positivos indicam perfis côncavos para cima, os valores mais altos estão concentrados próximos à desembocadura da bacia e também nas porções sul e central da bacia. Os dados do índice da curvatura plana, relacionados à convexidade lateral variam entre -0,73 e 1 (Figura 30 – Cplan). A distribuição espacial dos valores próximos a zero indica linearidade acentuada, que pode estar associada à estrutura geológica típica de rochas efusivas, como diaclasamento e a ocorrência de patamares estruturais.

A distribuição espacial dos índices edáficos de profundidade do solo e do teor de carbono orgânico no solo (g/kg) indica que as áreas com

solo mais profundo estão distribuídas nas porções oeste, central e leste da bacia, variando entre 136 a 200cm (Figura 31 – Depth). A variação do teor de carbono orgânico indica que as maiores quantidades de g/kg estão distribuídas nas porções norte e oeste da bacia (Figura 30 – Fine).

Figura 31 - Índices topográficos e edáficos da bacia do Arroio Cará: Altitude (Elevation), Declividade (Slope), Rugosidade (Roughness), Umidade (Twi), Insolação no verão (Inss), Insolação no inverno (Insw), Posição topográfica (Tpi), Curvatura do perfil (Cprofile), Curvatura plana (Cplan), Distância dos canais (Distance), Profundidade do solo (Depth) e Teor de carbono orgânico no solo (Fine).



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 6.4.3 Índices topográficos com maior influência na distribuição espacial das classes.

#### 6.4.3.1 Matriz de correlação dos índices topográficos e edáficos.

As variáveis com valores de correlação maior que 0,5 estão correlacionadas, oscilam igualmente ou de forma muito próxima para mais ou para menos com uma distribuição semelhante e, portanto, podem ser redundantes na análise. Entre as variáveis correlacionadas (Tabela

18), foram selecionadas para o PCA os índices Elevation, Slope, Twi, Insw, Tpi, Depth, Fine e Cprofile.

Dentre os índices topográficos Elevation e Slope foram selecionados pois são índices de terreno tradicionalmente utilizados em análises de paisagem (FAGUA *et al.*, 2013; SALAMI *et al.*, 2014; BUNYAN *et al.*, 2015). O Tpi foi selecionado porque, apesar de estar estatisticamente correlacionado com os índices de insolação potencial, sua distribuição espacial é geograficamente diferente (Figura 29, Inss, Insw, Tpi). O índice Insw foi selecionado pois na latitude de 27° a insolação no inverno é menor, principalmente nas áreas onde a influência do relevo projeta sombras, que podem influenciar no crescimento e distribuição da vegetação (Figura 30, Insw).

Para os índices edáficos, foi selecionado o Depth, considerando que a *Araucaria angustifolia* tem dificuldade de ocupar solos com profundidade inferior a um metro (BOLFINI *et al.*, 1990). O índice Fine foi escolhido em função de a quantidade de matéria orgânica do solo influenciar suas propriedades químicas, físicas e biológicas (RANGEL *et al.*, 2008). Existe uma relação entre o carbono orgânico presente no solo e os parâmetros biofísicos da cobertura vegetal (SANTOS *et al.*, 2014). Sua variação é importante para avaliar o desenvolvimento da *Araucaria angustifolia* (PUCHALSKI *et al.*, 2006). A curvatura de perfil foi selecionada por ser um índice geomorfológico também associado à profundidade do solo.

Tabela 18 - Matriz de correlação dos índices topográficos e edáficos.

Índices	Elev.	Slope	Roug.	Twi	Inss	Insw	Tpi	Dist.	Depth.	Fine	Cprof.	Cplan.
Elevation	1	-0,25	-0,16	0,07	0,52	0,42	0,19	0,16	-0,35	0,43	-0,07	0,05
Slope	-0,25	1	0,97	-0,32	-0,44	-0,44	0,05	0,17	0,09	-0,12	0,00	0,05
Rough..	-0,16	<b>0,97</b>	1	-0,32	-0,41	-0,41	0,07	0,19	0,07	-0,09	0,00	0,05
Twi	0,07	-0,32	-0,32	1	0,05	0,01	-0,31	-0,33	-0,03	0,03	0,13	-0,17
Inss	<b>0,52</b>	-0,44	-0,41	0,05	1	0,76	0,48	0,38	-0,14	0,18	-0,33	0,26
Insw	0,42	-0,44	-0,41	0,01	<b>0,76</b>	1	0,50	0,28	-0,20	0,12	-0,34	0,26
Tpi	0,19	0,05	0,07	-0,31	0,48	<b>0,50</b>	1	0,53	-0,05	0,04	-0,55	0,50
Distance	0,16	0,17	0,19	-0,33	0,23	0,28	<b>0,53</b>	1	-0,09	0,02	-0,21	0,24
Depth	-0,35	0,09	0,07	-0,03	-0,14	-0,20	-0,05	-0,09	1	-0,19	0,02	-0,00
Fine	0,43	-0,12	-0,09	0,03	0,18	0,12	0,04	0,02	-0,19	1	-0,00	0,00
Cprofile	-0,07	0,00	0,00	0,13	-0,33	-0,34	-0,55	-0,21	0,02	-0,00	1	-0,53
Cplan	0,05	0,05	0,05	-0,17	0,26	0,26	0,50	0,24	-0,00	0,00	<b>-0,53</b>	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 6.4.3.2 Análise de Componentes Principais (PCA)

Os componentes principais indicam que 77,3% da variabilidade dos dados está explicada até a 4ª componente principal (Tabela 19).

Tabela 19 - Análise de componentes principais (PCA).

PC	Eigenvalue	Variance percent	Cumulative variance percent
PC1	2,45	30,60	<b>30,60</b>
PC2	1,71	21,38	<b>51,98</b>
PC3	1,18	14,69	<b>66,68</b>
PC4	0,85	10,61	<b>77,29</b>
PC5	0,74	9,27	86,56
PC6	0,49	6,09	92,65

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os índices que melhor explicam a variabilidade dos dados da bacia hidrográfica do Arroio Cará (alcance >0,5) foram: Insw, Elevation, TPI, Cprofile, Tpi, Twi, Slope, Fine e Depth (Tabela 20).

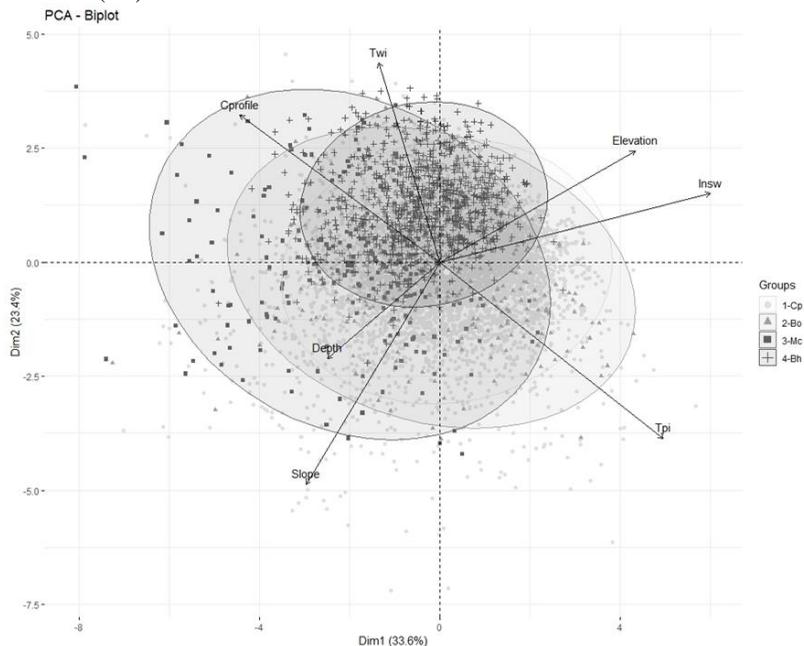
Tabela 20 - Carga das variáveis por componente principal

Índices	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Elevation	<b>0,70</b>	0,35	0,33	0,09	-0,02
Slope	-0,46	<b>-0,57</b>	<b>0,51</b>	-0,04	0,30
Twi	-0,15	<b>0,58</b>	-0,47	0,00	0,62
Insw	<b>0,84</b>	0,05	-0,33	-0,05	-0,22
Tpi	<b>0,63</b>	<b>-0,64</b>	-0,04	0,02	0,12
Depth	-0,39	-0,28	-0,39	<b>0,74</b>	-0,16
Fine	0,41	0,37	<b>0,52</b>	<b>0,53</b>	0,20
Cprofile	<b>-0,56</b>	<b>0,56</b>	0,24	-0,04	-0,38

Fonte: Elaborado pelo autor.

O resultado gráfico Biplot da ACP (Figura 32) indica, sobretudo, tendências entre as classes e os índices. Os banhados estão situados em áreas com maiores valores de curvatura do perfil (concavidade para cima) e de umidade do terreno. As matas de galeria apresentam tendência a ocupar áreas com valores maiores de profundidade do solo e curvatura do perfil (concavidade para cima), ocupando também as áreas de menor altitude, com menor insolação e maior declividade. A tendência dos bosques e capões é ocupar áreas com valores maiores para curvatura do perfil (concavidade para cima) e posição topográfica. As áreas de campo apresentam distribuição uniforme entre os índices na ACP.

Figura 32 - Análise PCA por intermédio de 6.981 pontos randômicos para os grupos: 1- campos (Cp), 2 - bosques ou capões (Bo), 3 - mata galeria (Mc) e 4 – banhado (Bn).

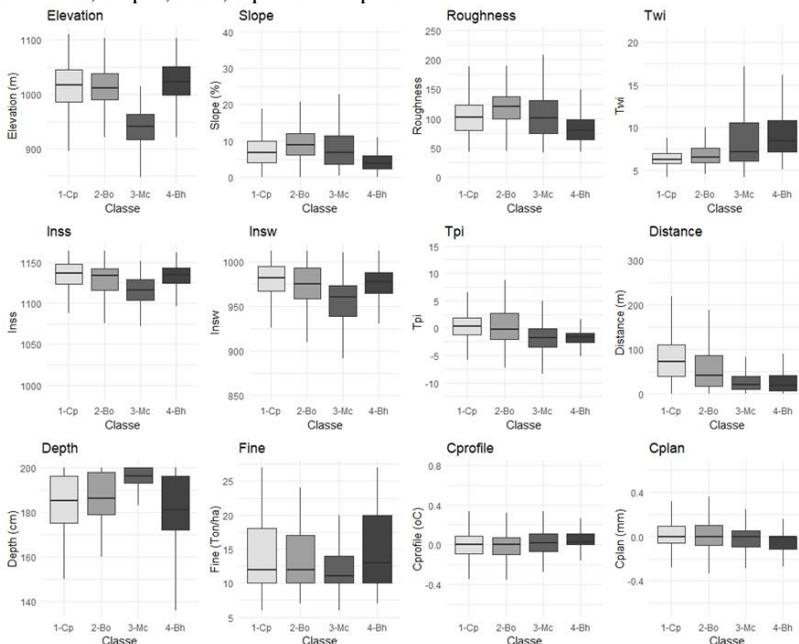


Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise Manova, através do critério de Pillai, demonstra que as classes são estatisticamente diferentes. O valor de  $p$  ( $<0,001$ ) é estatisticamente significativo para um nível de significância de 0,05. A análise de variância, demonstra que as classes são estatisticamente diferentes para todas as variáveis. Os valores de  $p$  ( $<0,001$ ) são estatisticamente significativos para um nível de significância de 0,05 (Apêndice B). O Teste de Bonferroni indica que todas as classes são estatisticamente distintas para todas as variáveis, para um nível de significância de 95%.

Os gráficos Box Plots (Figura 33), derivados da comparação entre as classes fitogeográficas e a variação dos índices topográficos e edáficos utilizados na análise de agrupamento, permitem observar o comportamento das variáveis dentro das classes. Os resultados indicam muitas sobreposições entre a variabilidade dos índices e as quatro classes representadas. Apenas para o índice de altitude pode ser observada uma classe onde os valores variam de forma totalmente diferente das demais.

Figura 33 - Gráficos Box Plots dos índices topográficos e edáficos da bacia hidrográfica do Arroio Cará: Elevation, Slope, Roughness, Twi, Inss, Insw, Tpi, Distance, Depth, Fine, Cprofile e Cplan.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados organizados nos Box Plots permitem identificar variações interessantes dos índices entre as classes fitogeográficas:

O índice de altitude (Elevation) tem variabilidade e mediana muito semelhantes para as classes 1, 2 e 4, oscilando entre aproximadamente 1.000 e 1.050 m. Para a classe 3, que corresponde às matas galeria o índice tem variabilidade e mediana com valores menores, abaixo de 960 m. Seu significado paisagístico indica que as matas contínuas de Floresta com Araucária ocupam as porções mais baixas da bacia.

Os índices de declividade (Slope) e rugosidade (Roughness) para a classe dos banhados (Bh) apresentam 50% dos valores abaixo das medianas comparadas as outras classes. Também para o índice de umidade (Twi) para banhados, os valores estão 50% acima da mediana das classes de campo (Cp) e bosques, (Bo) embora próximos dos valores localizados acima da mediana de ciliares (Mc).

Os índices de insolação no verão (Inss) e insolação no inverno (Insw), tem 50% dos valores abaixo da mediana para a classe das matas ciliares em relação às outras classes. A classe ocupa áreas que recebem menos insolação potencial quando comparadas à distribuição espacial das classes de campo, banhado e bosques ou capões.

Para o índice de distância dos canais de drenagem (Distance), 50% dos valores da classe de campo (Cp) estão acima da mediana das outras classes. Os Box Plots indicam também que o índice de profundidade do solo (Depth) para matas ciliares ou galerias (Mc) ocupa as áreas de solo mais profundos, sendo quase um *outlier* em relação às outras classes.

Para o índice de curvatura do perfil, banhados (Bh) tem 50 % dos valores (concavidade para cima) acima das medianas das outras classes. Enquanto que para o índice de curvatura plana aproximadamente 50% dos valores estão abaixo da mediana (concavidade lateral onde o fluxo é concentrado) quando comparados com as outras classes.

## 6.5 CONCLUSÕES

A análise estatística realizada com os índices topográficos e edáficos da bacia do Arroio Cará indica que sua área apresenta significativa homogeneidade, considerando os baixos valores do coeficiente de variação dos dados analisados. Contudo, as análises estatísticas permitem identificar variabilidade entre os índices de terreno da bacia hidrográfica. Os índices que melhor explicam a variabilidade dos dados são, em ordem: Insw, Elevation, TPI, Cprofile, Tpi, Twi, Slope, Fine e Depth.

A interpretação dos gráficos da análise de componentes principais e a variabilidade entre os índices nas classes fitogeográficas das Box Plots, indica que matas galeria estão associadas com valores maiores de declividade, profundidade do solo e curvatura do perfil, ocupando também as áreas de menor altitude na bacia, com menos insolação voltadas para o sul, sendo áreas melhor drenadas. Enquanto que bosques ou capões ocupam áreas com valores maiores de curvatura do perfil e de posição topográfica.

O significado ecológico decorrente desses resultados indica, sobretudo, dificuldade de a Floresta com Araucária ocupar de forma contínua as áreas mais altas, planas e de solo pouco profundo da bacia. A distribuição espacial das classes fitogeográficas também permite concluir que um dos principais fatores restritivos à expansão da Araucária está relacionado à ocorrência frequente de banhados nas áreas mais altas, com solo pouco profundo, onde a umidade limita o desenvolvimento da

floresta. Se o clima mais frio e seco da última glaciação consistia um fator restritivo para ocorrência de florestas, em geral, o aumento da umidade durante o Holoceno Médio a Superior acabou criando um impedimento de ordem edáfica para a expansão da Floresta com Araucária na bacia hidrográfica do Arroio Cará.

A principal limitação do presente trabalho está relacionada a baixa resolução dos índices edáficos e a ausência de mapeamentos de solo específicos para a área de estudo. Dados de natureza edáfica se mostraram importantes para explicar o objeto de estudo.

## 6.6 REFERÊNCIAS

BEHLING, H., a. **Investigations into the Late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (S Brazil)**. *Vegetation History and Archaeobotany*. n. 4, p. 127-152, 1995.

BEHLING, H., BAUERMANN, S. G.; NEVES, P. C. P. **Holocene environmental changes in the São Francisco de Paula region, southern Brazil**. *Journal of South American Earth Sciences*. v.14, n. 6, p. 631-639, 2001.

BEHLING, H. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 177, p. 19-27, 2002.

BOLFINI, D.; GALVÃO, F. DURLO, M. A. **Influência da profundidade do lençol freático no crescimento de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze**. Nova Prata. Anais do Congresso Florestal Estadual, n. 4, p. 104-112, 1980.

BURROUGH, P. A.; McDONELL, R. A. **Principles of Geographical Information Systems**. Oxford University Press, New York, 1998.

BUNYAN, M. BARDHAN, S.; SING, A.; JOSE, S. Effect of Topography on the Distribution of Tropical Montane Forest Fragments: a predictive modelling approach. **Journal of Tropical Forest Science**, vol. 27, n. 1, p. 30-38, 2015.

CARVALHO, P. E R. **Pinheiro do Paraná**. Colombo, EMBRAPA - Nota Técnica n. 60, 2002.

EDIRIWEERA, S.; DANAHAR, T.; PATHIRANA, S. The influence of topographic variation on forest structure in two woody plant communities: A Remote Sensing approach. **Forest Systems**, vol. 25, n. 1, 2016.

EVERITT, B.; HOTHORN, T. **A handbook of statistical analyses using R**. Chapman and Hall/CRC, 2006.

FAGUA, J. C.; CABRERA, E.; GONZALEZ, V. H. The effect of highly variable topography on the spatial distribution of *Aniba perutilis* (Lauraceae) in the Colombian Andes. **Rev. Biol. Trop.** Vol. 6, n.1, p. 301-309, 2013.

FERNÁNDEZ, R. A. **Identificação dos atributos do solo determinante da qualidade de sítio para Araucaria angustifolia (BERT) O. Ktze. com apoio na metodologia da análise estrutural**. Curitiba, Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, 1989.

FU, P.; RICH P. M. **Design and implementation of the Solar Analyst: an ArcView extension for modeling solar radiation at landscape scales**. Proceedings of the Nineteenth Annual ESRI User Conference, 1999.

FU, F; RICH, M. P. **A gemoetric Solar Radiation Model with Applications in Agriculture and Forestry**. Computers and Electronics in Agriculture, v. 37, p. 25-35, 2002.

GOLFARI, L.; BARRET, W. H. G. **Comportamiento de las coníferas en Puerto Piray, Misiones**. IDIA: Suplemento Forestal, Buenos Aires, n. 4, p. 31-52, 1967.

GERHARDT, E. J.; FINGER, C. A. G.; LONGHI, S. J; SCHUMACHER, M. V. Contribuição da análise multivariada na classificação de sítios em povoamento de Araucária angustifolia (Bert.) O. Ktze. Baseada nos fatores físicos e morfológicos do solo e no conteúdo de nutrientes da serapilheira. Santa Maria, **Ciência Florestal**, v. 11, n. 2, p. 41-57, 2001.

GREENLEE, D. D. **Raster and vector processing for scanned line work**. Sioux Falls, U. S. Geological Survey, 1987.

HENGL, T.; JESUS, J. M.; HEUVELINK, G. B. M.; GONZALEZ, M. R.; KILIBARDA, M.; BLAGOTIÉS, A.; SHANGGUAN, W.; WRGHTS, X. G.; BAUER-MARSCHALLINGER, B.; GUEVARAS, M. A.; VARGAS, R.; MACMILLANS, R. A.; BATJES, N. H.; LEENAARS, J. G. B.; RIBEIRO, E.; WHEELER, I.; MANTEL, S.; KEMPEN, B. **SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning**. Plos One, v. 12, n. 2, p. 1-40, 2017.

HOOGH, R. J. **Site nutrition growth relationships of Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze, in Southern Brazil**. Freiburg. Tese de Doutorado. Universidade zu Freiburg, 1981.

HUECK, K. **Distribuição e habitat natural do pinheiro do Paraná (Araucaria angustifolia)**. Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo. Botânica, n. 156, p. 5-24, 1953.

JENNESS, J.; REA, S. U. A.; TIN, F. **Some thoughts on Analyzing Topographic Habitat Characteristics Surface Area**. Janness Enterprises, AZ, USA, 2007.

JUCKER, T.; BONGALOV, B.; BURSLEM, D. F. R. P.; NILUS, R.; DALPONTE, M.; LEWIS, S. L.; PHILIPS, O. L.; QIE, L.; COOMES, D. Topography shapes the structure, composition and function of tropical forest landscapes. **Ecology Letters**, 2018.

KLEIN, R. M. **Mapa Fitogeográfico de Santa Catarina. Flora Ilustrada Catarinense, V Parte – Mapa Fitogeográfico**, Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues. Flora Ilustrada Catarinense, 1978.

LASSERE, S. R.; VAIRETTI, M.; LASSERE, E. N. de. **Crecimiento de Araucaria angustifolia (Bertol) O. Kuntze., en distintos tipos de suelos de Puerto Piray, Misiones**. IDIA: Suplemento Forestal, n. 7, p. 36-45, 1972.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba, Banco do desenvolvimento do Paraná, UFPR, 1968.

MARTINS, M. E. G. **Coefficiente de correlação amostral**. Revista de Ciência Elementar, v. 2, n. 2, 2014.

MOORE, I. D.; GRAYSON, R. B.; LANDSON, A. R. Digital Terrain Modelling: A Review of Hydrological, **Geomorphological, and Biological Applications**. *Hydrological Processes*, n. 5, p. 3-30, 1991.

PUCHALSKI, A.; MANTOVANI, M.; REIS, M. S. **Variação em populações naturais de Araucária angustifolia (Bert.) O. Kuntze associada a condições edafo-climáticas**. *CIENTIA FORESTALIS* n. 70, p. 137-148, 2006.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; MELO, L. C. A.; OLIVEIRA Jr., A. C. Carbono orgânico e nitrogênio total do solo e suas relações com espaçamento de plantio de café. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2051-2059, 2008.

ROGERSON, P. A. **Métodos estatísticos para Geografia: um guia para o estudante**. trad. Paulo Fernando Braga Carvalho e José Irineu Rangel Rigotti. 3 ed. Porto Alegre, Bookman, 2012.

RUHE, Robert, V. **Geomorphology. Geomorphic Processes and Surficial Geology**. Indiana University, 1975.

SDS. **Levantamento Aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. 2013.

SHANGGUAN, W.; HENGL, T.; JESUS, J. M.; YUAN, H.; DA, Y. **Mapping the global depth to bedrock for land surface modeling**. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, v. 9, p. 65-88, 2017.

SALAMI, B. HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; FERREIRA, T. S.; MARCON, A. K.; BRUZZI Jr. F.; BENTO, M. A. Influência de variáveis ambientais na dinâmica do componente arbóreo em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages, SC. *Piracicaba. Scientia Forestalis*, v. 42, n. 102, p. 197-207, 2014.

SANTA CATARINA, **Atlas de Santa Catarina**. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral, Subchefia de Estatística, Geografia e Informática, Aerofoto Cruzeiro. Rio de Janeiro, 1986.

SANTOS, F.; RAMALHO, L. S.; MARQUES, T. A.; SENA-SOUZA, J. P.; REATTO, A.; MARTINS, E. S.; COUTO Jr., A. F.; NARDOTO, G.

B. Teor de carbono orgânico do solo e aspectos biofísicos da cobertura vegetal da bacia do córrego Sarandi, Planaltina, DF. EMBRAPA, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 319, 2014.

SILVEIRA, C. T.; SILVEIRA, R. M. P. **Índice de Posição Topográfica (IPT) para classificação geomorfométrica das formas de relevo no Estado do Paraná – Brasil**. Curitiba, Ra'e Ga, v. 41, p. 98-130, 2017.

UHLMANN, A.; GASPER A. L.; Sevegnani, L.; VIBRANS, A. C.; MEYER, L.; LINGNER, D. V. **Fitogeografia de Santa Catarina**. In: VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A. L. de; LINGNER, D. V. (eds.). Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, Blumenau, Edifurb, v. 1, 2012.

USGS. **Shuttle Radar Topography Mission**. 3 Arc Second, Filled Finished 2.0, Global Land Cover Facility. Jet Propulsion Laboratory, California. California Institute of Technology, February 2000, 2006.

WEISS, A. **Topographic Position and Landforms Analysis**. Poster presentation, ESRI User Conference, San Diego, CA, 2001.

ZEVEBERGEN, L. W.; THORNE, C. R. Quantitative Analysis of Land Surface Topography. **Earth Surface Processes and Landforms**. n. 12, p. 47-56, 1987.



## **7 CONCLUSÕES SOBRE O SIGNIFICADO AMBIENTAL DOS RESULTADOS DA PESQUISA**

A investigação do problema de pesquisa foi realizada por intermédio de três ações: 1) estudo do registro palinológico da Fazenda Bananeiras, 2) pesquisa por dados cronológicos que situam a ocupação da área por grupos Jê meridionais e 3) o estudo estatístico entre a distribuição espacial da cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Arroio Cará e índices topográficos e edáficos de terreno. Os resultados obtidos permitem avançar uma explicação para a principal questão deste trabalho: considerando o aumento da temperatura no Holoceno Médio e Superior, tal como registrado na literatura, por que motivo a paisagem da bacia hidrográfica do Arroio Cará permaneceu dominada por campos do Holoceno Médio até o presente?

A principal conclusão obtida com o estudo do registro palinológico holocênico da Fazenda Bananeiras indica que a paisagem da bacia hidrográfica do Arroio Cará é caracterizada pela predominância da vegetação campestre desde meados do Holoceno Médio, pelo menos, há aproximadamente 6.990 anos AP. A predominância da vegetação campestre reflete herança paleoambiental do último período de glaciação global, sob domínio de clima mais frio e possivelmente também mais seco. Os resultados obtidos indicam que a presença da Floresta com Araucária na bacia hidrográfica do Arroio Cará é pouco expressiva desde aproximadamente 7.000 anos AP, possivelmente se limitando a ocupar as áreas mais baixas e marginais dos cursos d'água, ou ocorrendo em pequenos grupos de árvores isolados na paisagem, formando bosques e capões.

As informações obtidas com a revisão dos dados cronológicos disponíveis para sítios arqueológicos relacionados aos grupos Jê meridionais indicam que sua presença no planalto meridional, remonta ao início da era cristã, concentradas entre 800 a 1.600 anos AP. Esse momento também pontua o surgimento de aterros geométricos e montículos funerários como marcadores territoriais.

As idades obtidas nos sítios arqueológicos pesquisados neste trabalho documentam a ocupação da estrutura B do sítio SC.PQ.17 em torno de 680 anos AP. Para a estrutura C do sítio SC.PQ.18, as idades indicam que a mesma estrutura subterrânea foi ocupada durante dois cortes cronológicos afastados, o primeiro alcança 1.440 anos AP e o segundo em 350 anos AP. As três idades obtidas indicam que a ocupação da bacia hidrográfica do Arroio Cará é bastante recuada, e se estendeu até o segundo quarto do século XVII. Um número maior de datações

certamente documentaria ocupações situadas entre os cortes cronológicos identificados, ou quiçá, anteriores.

A ocupação das terras altas do sul do Brasil pelos grupos do tronco linguístico macro-Jê remonta há aproximadamente 2.000 anos AP, se expandindo paulatinamente para todo o planalto catarinense e regiões adjacentes, tendo seus assentamentos frequentemente associados seja a áreas sob domínio da Floresta com Araucária, ou áreas muito próximas à floresta. Os estudos de registros palinológicos indicam que a expansão da Floresta com Araucária no planalto meridional inicia a aproximadamente 3,2 ka AP (BEHLING *et al.*, 2001), com a franca expansão no estado de Santa Catarina ocorrendo em torno de aproximadamente 1.000 anos AP, em período posterior à difusão dos grupos relacionados ao tronco linguístico macro-Jê no sul do Brasil.

A justaposição cronológica e espacial entre a ocupação arqueológica do planalto e a expansão da floresta já fora observada por Bitencourt e Krauspenhar (2006) que interpretam o fenômeno como resultado de um possível efeito antropogênico de manejo da floresta.

As evidências de manejo estão relacionadas ao constante uso do sub-bosque para construção dos assentamentos, e ao fato de a semente da Araucária ser uma das principais fontes de proteína disponível para os grupos. Alguns fatores botânicos também são aventados, por exemplo, Backes (1983) indica que em termos de sucessão natural, a Araucária seria gradualmente substituída por árvores latifoliadas, principalmente por Podocarpus. A *Araucaria angustifolia* tende a migrar e a ocupar as áreas abertas em detrimento das formações florestais estabelecidas, onde a falta de luminosidade restringe seu desenvolvimento no sub-bosque. A competição com outras espécies latifoliadas é, portanto, mais um elemento que dificulta seu desenvolvimento sem o auxílio de algum agente dispersor.

Igualmente, a *Araucaria angustifolia* necessita de agentes dispersores de suas sementes, como aves, animais e humanos. As sementes da espécie são pesadas e sem mecanismos que contribuem para seu transporte e disseminação (KINDEL, 1996; IOB, 2007; BACKES, 1983). 3). Ainda de acordo com Backes (1999), o padrão descontínuo de distribuição da Araucária é típico de espécies dominadas e não dominantes, que tendem a ter distribuição constante. Ou seja, a sua distribuição espacial descontínua no planalto indica que sua disseminação foi impulsionada por algum dos seus agentes dispersores, incluindo seres humanos.

É aceitável considerar que o processo de expansão da Floresta com Araucária no planalto meridional, que ocorreu há aproximadamente 3,2

ka AP é de ordem climática. Contudo, sua franca expansão coincide também com o período de maior densidade de datações que documentam a ocupação do planalto pelos grupos do tronco linguístico macro-Jê. Dessa forma, é possível que a floresta tenha sido, de fato, impulsionada pelo manejo da submata decorrente da ocupação humana (BITENCOURT e KRAUSPENHAR, 2006).

Essa questão parece ter sido superada por Robinson *et al.* (2018), que indicam que a expansão da floresta sobre áreas de campo, foi induzida pelo efeito da ocupação humana na área de Campo Belo do Sul, Santa Catarina. Dados isotópicos de carbono ( $^{13}\text{C}$ ) obtidos em testemunhos de solo sugerem que a vegetação campestre se manteve estável na área identificada como Baggio, até 1.324 - 1.266 anos AP e também na área Luis Carlos, até 969 - 899 anos AP. Os assentamentos locais começam por volta de 1.000 anos AP, seguidos de uma onda de expansão a 850 anos AP, atingindo seu pico a 500 anos AP (idade calibrada). A transição entre a vegetação campestre e a floresta coincide com a atividade humana nas duas áreas, onde plantas  $\text{C}_3$  começaram a substituir plantas  $\text{C}_4$  por volta de 761 - 671 anos AP (idade calibrada), durante a ocupação ativa região (ROBINSON *et al.*, 2018).

Nesse ínterim, o estudo realizado nesta tese, da relação entre a distribuição espacial da Floresta com Araucária e os índices topográficos e edáficos, oferece matéria para a elucidar as eventuais causas associadas à permanência da paisagem campestre na bacia hidrográfica do Arroio Cará até o Holoceno Superior, e mesmo atualmente.

A interpretação dos gráficos da análise de componentes principais, juntamente com a variabilidade entre os índices nas classes fitogeográficas das Box Plots, indica que matas galeria estão associadas com valores maiores de declividade, profundidade do solo e curvatura do perfil, ocupando também as áreas de menor altitude na bacia e com menos insolação, que geralmente ocorrem nas encostas voltadas para o sul. Por outro lado, bosques ou capões ocupam áreas com valores maiores de curvatura do perfil e de posição topográfica, se distribuindo nas elevações locais, topos, colinas e áreas melhor drenadas.

O significado ecológico decorrente desses resultados indica sobretudo certa dificuldade de a Floresta com Araucária ocupar de forma contínua as áreas mais altas, planas e de solo pouco profundo da bacia, formando sobretudo capões relativamente isolados. A distribuição espacial das classes fitogeográficas também permite concluir que o principal fator restritivo à expansão da Araucária parece estar relacionado à ocorrência frequente de banhados nas áreas mais altas da área de estudo. Áreas onde o solo é relativamente pouco profundo, a umidade e a

proximidade do lençol freático da superfície do terreno limitam o estabelecimento e o desenvolvimento da floresta.

A presença constante de umidade na área de estudo, como indicam os dados palinológicos do testemunho estudado, sugere que terrenos úmidos exerceram influência sobre a vegetação local ao longo do Holoceno Médio e Superior, impedindo a substituição das áreas campestres por florestas. Isso explica também o fato da expansão da floresta não ser percebida no testemunho palinológico da Fazenda Bananeiras. Por consequência, também não pode ser notado o efeito de eventual manejo florestal realizado na bacia hidrográfica do Arroio Cará.

Como sugerido no início do trabalho, se a paisagem atual fora preservada em função do seu processo histórico de ocupação, ela manteve seus Prados e Campinas. As áreas contínuas de Floresta com Araucária ficaram confinadas desde a última glaciação, nos terrenos mais baixos, ao longo de galerias e dos grotões onde os terrenos são melhor drenados. Com o aumento da umidade no Holoceno, o desenvolvimento de terrenos alagados e de banhados impediu a expansão da floresta a partir dos refúgios pleistocênicos.

As associações estabelecidas neste trabalho entre fatores paleobotânicos, histórico-geográficos e topográficos, explicam a permanência de paisagem campestre típica das fases glaciais do Pleistoceno na bacia hidrográfica do Arroio Cará durante o Holoceno, chegando ainda ao presente.

Associações de natureza equivalente podem ser aventadas como causas prováveis para a ocorrência de outras áreas nucleares com presença significativa de vegetação campestre no Planalto Catarinense. Porém, a eventual generalização dessas relações para outros locais exigiria testar, avaliar e eventualmente aperfeiçoar a abordagem utilizada neste trabalho, provavelmente em pesquisa de caráter regional, abarcando grande número de áreas amostrais distribuídas pelos núcleos campestres remanescentes.

A dinâmica espacial entre campo e floresta, objeto de pesquisa desta tese, também poderia ser investigada por uma abordagem de ordem biogeográfica, pela associação entre a biocenose e a disjunção ecológica das espécies pelo efeito de barreiras físicas, fatores ecológicos e climáticos. Contudo, tal abordagem fica aberta a estudos futuros e específicos.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Os **Domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ARAUJO, A. G. M. A tradição cerâmica Itararé-Taquara: características, área de ocorrência e algumas hipóteses sobre a expansão dos grupos Jê no sudeste do Brasil. **Revista de Arqueologia**, São Paulo, n. 20, p. 9-38, 2007.
- BACKES, A. A dinâmica do pinheiro brasileiro. **Iheringia, Série Botânica**, v. 30, p. 49 – 84, 1983.
- BACKES, A. Condicionamento climático e distribuição geográfica da *Araucária angustifolia* (Bert.) O. Kuntze no Brasil. **Pesquisas, Botânica**, v. 49, p. 31-51, 1999. Esquisse méthodologique.
- BARTH, O. M. **Glossário Palinológico - parte complementar ao “Catálogo Sistemático dos Pólen das Plantas Arbóreas do Brasil Meridional”**. Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 1965.
- BARTH, O. M. Variações polínicas em espécies brasileiras da família rutaceae. **Paleobotânica e Palinologia na América do Sul**. Instituto de Geociências. USP. vol. 13, p.43-134, 1982.
- BARTH, O. M., MELHEN, T. S. **Glossário Ilustrado de Palinologia**. Editora da UNICAMP, Campinas, 1988.
- BARTH, O. M.; JUSTO, R. L.; BARROS, M. A. D. Catálogo sistemático do pólen das plantas arbóreas do Brasil meridional. XXX: Meliaceae. **Revista Brasileira de Biologia**. n. 58, v. 3, p. 497 - 509, 1998.
- BAUERMANN, S. G.; TOIGO, M. M.; BEHLING, H.; NEVES, P.C.P. Aspectos tafonômicos em palinologia do Quaternário. Canoas, **Pesquisas - Botânica**, n. 52, p. 223 - 239, 2002.
- BAUERMANN, S.G. & NEVES, P.C.P. Métodos de Estudos em Palinologia do Quaternário e de plantas atuais. **Cadernos La Salle**, vol. 11, n. 2, p. 99-107, 2005.

BEHLING, H., a. **Investigations into the Late Pleistocene and Holocene history of vegetation and climate in Santa Catarina (S Brazil)**. *Vegetation History and Archaeobotany*. n. 4, p. 127 - 152, 1995.

BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, climate and fire history in the Araucaria forest and campos region from Serra Campos Gerais, Parana (South Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**. N. 97, p. 109 – 121, 1997.

BEHLING, H., BAUERMANN, S. G.; NEVES, P. C. P. **Holocene environmental changes in the São Francisco de Paula region, southern Brazil**. *Journal of South American Earth Sciences*. v.14, n. 6, p. 631-639, 2001.

BEHLING, H. South and southeast Brazilian grasslands during Late Quaternary times: a synthesis. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 177, p. 19 - 27, 2002.

BEHLING, H.; PILLAR, V. D.; ORLÓCI. L.; BAUERMANN, S. G. Late Quaternary Araucaria forest, grassland (Campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambara´ do Sul core in southern Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology Journal**, n. 203, p. 277–297, 2004.

BEHLING, H., WENG, C., BUSH, M. **Neotropical Fossil Key**. Department of Geoscience, University of Bremen, 2005.

BEHLING. H., PILLAR, V. Late Quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on the southern Brazilian highland and their implication for conservation and management of modern Araucaria forest and grassland ecosystems. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**. Ser. B. n. 362, p. 243 – 51, 2007.

BEHLING, H.; JESKE-PIERUSCHKA, V.; SCHÜLER, L.; PILLAR, V. D. P. **Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio**. In: Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade, Brasília. MMA, p. 13 - 25, 2019.

BEHLING, H.; OLIVEIRA, M. T. D. Evidence of a late glacial warming event and early Holocene cooling in the southern Brazilian coastal highlands. **Quaternary Research**, v. 89, n. 1, p. 90 - 102, 2017.

BERTRAND, G.: Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**. Toulouse, v. 39, n. 3, p. 249 – 272, 1968.

BINFORD, L. Mortuary Practices: their study and their potential. **Society for American Archaeology**, n. 25, p. 6-29, 1971.

BITENCOURT, A. L. V.; KRAUSPENHAR, P. M. Possible prehistoric anthropogenic effect on *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze expansion during the late holocene. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 9, n. 1, p. 109-116, 2006.

BOCKMANN, A. M.; OLIVEIRA, M. A. T. **Estratigrafia de depósitos de turfeira na localidade do Campo do Ciama, Parque Estadual da Serra do Tabuleiro - SC**. In: XIV EGAL - Encuentro de Geógrafos de América Latina, 2013, Lima. Anales del XIV Encuentro de Geógrafos de América Latina 2013 Perú. Lima: Unión Geográfica Internacional Perú, 2013.

BOLFINI, D.; GALVÃO, F. DURLO, M. A. **Influência da profundidade do lençol freático no crescimento de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze**. Nova Prata. Anais do Congresso Florestal Estadual, n. 4, p. 104 – 112, 1980.

BROCHADO, J. J. J. P.; CALDERÓN, V.; CHMYZ, I.; DIAS JR., O. F.; EVANS, C.; MARANCA, S.; MEGGERS, B. J.; MILLER, E. T.; NASSER, N. A. S.; PEROTA, C.; PIAZZA, W. F.; RAUTH, J. W.; SIMÕES, M. F. Arqueologia brasileira em 1968: um relatório preliminar sobre o Programa Nacional de Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas. **Publicações Avulsas do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, n. 12, p. 1-33, 1968.

BUCHMANN, F. S.; LOPES, F. C.; CARON, F. Icnofósseis (Paleococas e Crotovinas) atribuídos a mamíferos extintos no Sudeste e Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 12, n. 3, p. 247-256, 2009.

BUNYAN, M. BARDHAN, S.; SING, A.; JOSE, S. Effect of Topography on the Distribution of Tropical Montane Forest Fragments: a predictive modelling approach. **Journal of Tropical Forest Science**, vol. 27, n. 1, p. 30 – 38, 2015.

BURROUGH, P. A.; McDONELL, R. A. **Principles of Geographical Information Systems**. Oxford University Press, New York, 1998.

CALDARELLI, S. B. (Org). **Projeto de levantamento arqueológico na área de inundação e salvamento arqueológico no canteiro de obras da UHE Barra Grande, SC/RS**. Relatório Final 1: Salvamento Arqueológico no Canteiro de Obras, Margem Direita e Esquerda do Rio Pelotas: Resultados dos Trabalho de Campo, dezembro de 2002.

CALDARELLI, S. B.; HERBERTS, A.L. Estruturas habitacionais escavadas na bacia do rio Chapecó, extremo oeste catarinense. **Pesquisas, Antropologia**, São Leopoldo, n. 56, p. 139-156, 2002.

CALDARELLI, S. B; HERBERTS, A. L. **Levantamento Arqueológico na Área Diretamente Afetada da UHE Pai Querê, Rio Pelotas, SC/RS – Relatório Final 02**: Levantamento Arqueológico da Margem Direita do Rio Pelotas. Florianópolis, vol. I e II, 2004.

CALDARELLI, S. B.; HERBERTS, A. L. **A contribuição das pesquisas no AHE Quebra-Queixo à problemática dos assentamentos em casas subterrâneas no Extremo-Oeste Catarinense e à arqueologia Kaingang**. I Colóquio sobre Sítios Construídos: Casas Subterrâneas. Santa Maria, Pallotti, p. 85-128, 2005.

CARVALHO, P. E R. **Pinheiro do Paraná**. Colombo, EMBRAPA - Nota Técnica n. 60, 2002.

CHMYZ, I. O sítio arqueológico PR UV 1 (abrigo sob-rocha Casa de Pedra), **Arqueologia**, n. 3, p. 5-41, 1967.

CHMYZ, I.; SAUER, Z. C. P. Nota prévia sobre as pesquisas arqueológicas no Vale do Rio Piquiri. **Dédalo**. Ano VII. n. 13, 1973.

CHMYZ, I. **Relatório das pesquisas arqueológicas realizadas na área da Usina Hidrelétrica de Salto Santiago (1979-80)**. Florianópolis - Curitiba, ELETROSUL - IPHAN, 1981.

CHMYZ, I. Arqueologia de Curitiba. **Boletim Casa Romário Martins**, Curitiba, v. 21, p. 3-54, 1995.

CHMYZ, I.; BORA, E.; CECCON, R. S.; SGANZERLA, E. M., VOLCOV, J. E. A Arqueologia da área do aterro sanitário da região metropolitana de Curitiba, em Mandirituba, Paraná. **Arqueologia**, UFPR, n. esp, v.2, p. 1-138, 2003.

CHMYZ, I.; SGANZERLA, E. M.; VOLCOV, J. E.; BORA, E.; CECCON, R.S. Relatório Final do Projeto de Salvamento Arqueológico na área de implantação da Mina Dois Irmãos, em São Mateus do Sul - Paraná. **Arqueologia**, UFPR, 2009.

CHMYZ, I.; SGANZERLA, E.M.; VOLCOV, J.E.; BORA, E.; CECCON, R.S. A arqueologia da LT 750 kV Ivaiporã-Itaberá III, Paraná - São Paulo. **Arqueologia**, UFPR, v. 5, p. 1-305, 2008.

CLAUDINO, D. C. Arqueologia na Encosta Catarinense: **em busca dos vestígios materiais Xokleng**. Dissertação de Mestrado. Unisinos, São Leopoldo/RS, 2011.

COPÉ, S. M. A gênese das paisagens culturais do planalto sul brasileiro. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, n. 83, p. 149-171, 2015.

COPÉ, S. M. **Les grands constructeurs précoloniaux du plateau du sud du Brésil: étude de paysages archéologiques à Bom Jesus, Rio Grande do Sul, Brésil**. 2006. 395 f. Thèse (Doctorat em Archéologie), Université de Paris I, Paris, 2006.

COPÉ, S. M.; SALDANHA, J. D. M.; CABRAL, M. P. Contribuições para a pré-história do planalto: estudo da variabilidade de sítios arqueológicos de Pinha da Serra, RS. **Pesquisas Antropologia**, São Leopoldo, n. 58, p. 121-138, 2002.

COPÉ, S. M.; SALDANHA, J. D. M. Em busca de um sistema de assentamento para o Planalto Sul Rio-Grandense: Escavações no sítio RS-NA-03, Bom Jesus, RS. **Pesquisas Antropologia**, São Leopoldo, n.58, p. 107-20, 2002.

COPE, S. M. A gênese das paisagens culturais do planalto sul brasileiro. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, n. 83, p. 149-171, 2015.

COHEN, K. M.; FINNEY, S. C.; GIBBARD, P. L.; FAN, J. X. The ICS International Chronostratigraphic Chart. **Episodes**, v. 36, p. 199-204, 2013.

CORTELETTI, R. **Projeto Arqueológico Alto Canoas – PARACA: um estudo da presença Jê no Planalto Catarinense**. Tese de Doutorado, Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, 2012.

CORTELETTI, R.; DICKAU, R.; DE BLASIS, P.; IRIARTE, J. Revisiting the economy and mobility of southern proto-jê (Taquara-Itararé) groups in the southern Brazilian highlands: starch grain and phytoliths analyses from the Bonin site, Urubici, Brazil. **Journal of Archaeological Science**, n. 58, p. 46-61, 2015.

CRUZ Jr. F. W. D. **Estudo Paleoclimático e Paleoambiental a partir de registros geoquímicos quaternários em espeleotemas das regiões de Iporanga (SP) e Botuverá (SC)**. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, 2003.

D'ANGELIS, W. R. Mabilde e seus “apontamentos” sobre os coroados selvagens: tentando separar informação de mistificação e preconceitos. **Anais da 25ª Reunião Brasileira de Antropologia**, GT 48: Saberes coloniais sobre os indígenas em exame: relatos de viagem, mapas, censos e iconografia. Goiânia, 2006.

DAVIS, I. Proto Jê phonology. Estudos Lingüísticos. **Revista Brasileira de Lingüística Teórica e Aplicada**, v.1, n. 2, p. 10-24, 1966.

DE BLASIS, P.; KNEIP, A.; SCHEEL-YBERT, R.; GIANNINI, P.C.; GASPAR, M.D. Sambaquis e Paisagem: dinâmica natural e arqueologia regional no litoral do sul do Brasil. **Arqueología Suramericana**, v. 3, n. 1, p. 29-61, 2007.

DEBLASIS, P., FARIAS, D. S, KNEIP, A. Velhas tradições e gente nova no pedaço: perspectivas longevas de arquitetura funerária na paisagem do litoral sul catarinense. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, v. 24, p. 109-136, 2014.

DE MASI, M. A. N. Centros cerimoniais do planalto meridional: uma análise intrasítio. **Revista de Arqueologia**, v.22, n. 1, p. 99-113, 2009.

DE MASI, M. A. N. Pescadores coletores da costa sul do Brasil. **Pesquisas – Antropologia**, São Leopoldo, Antropologia, n. 57, p. 1-125; 2001.

DE MASI, M. A. N. Arqueologia das Terras Altas do Sul do Brasil. O Baixo Vale do Rio Canoas, SC. **Anais do XII Congresso da Sociedade de Arqueologia Brasileira**. CD-ROM. São Paulo, 2003.

DE MASI, M. A. N. **Relatório Final – Projeto de Salvamento Arqueológico Usina Hidrelétrica Campos Novos**, 2005.

EDIRIWEERA, S.; DANAHER, T.; PATHIRANA, S. The influence of topographic variation on forest structure in two woody plant communities: A Remote Sensing approach. **Forest Systems**, vol. 25, n. 1, 2016.

ERDTMAN, G. **Pollen Morphology and Plant Taxonomy - Angiosperms: An Introduction to Palynology**, Stockholm, *Chronica Botanica*, vol. 1, 1952.

EVERITT, B.; HOTHORN, T. **A handbook of statistical analyses using R**. Chapman and Hall/CRC, 2006.

FAEGRI, K.; IVERSEN, J. **Textbook of pollen Analysis**. Hafner Press. New York, 1975.

FAGUA, J. C.; CABRERA, E.; GONZALEZ, V. H. The effect of highly variable topography on the spatial distribution of *Aniba perutilis* (Lauraceae) in the Colombian Andes. **Rev. Biol. Trop.** Vol. 6, n.1, p. 301 - 309, 2013.

FARIAS, D. E. **Distribuição e Padrão de Assentamento – propostas para os sítios da tradição umbu na encosta de Santa Catarina**. Tese de Doutorado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

FERNÁNDEZ, R. A. **Identificação dos atributos do solo determinante da qualidade de sítio para Araucaria angustifolia (BERT) O. Ktze. com apoio na metodologia da análise estrutural.** Curitiba, Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, 1989.

FU, P.; RICH P. M. **Design and implementation of the Solar Analyst: an ArcView extension for modeling solar radiation at landscape scales.** Proceedings of the Nineteenth Annual ESRI User Conference, 1999.

FU, F; RICH, M. P. **A geometric Solar Radiation Model with Applications in Agriculture and Forestry.** Computers and Electronics in Agriculture, v. 37, p. 25-35, 2002.

GASPER, A. L.; SEVEGANI, L.; SOBRAL, M. G.; MEYER, L.; VERDI, M.; SANTOS, A. S. D.; DREVECK, S.; KORTE, A. **Flora vascular da Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina.** In: VIBRANS, A. C.; SEVEGANI, L.; GASPER, A. L.; LINGNER, D. V. Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, Vol. III, Floresta Ombrófila Mista. Blumenau, Edifurb, 2013.

GERHARDT, E. J.; FINGER, C. A. G.; LONGHI, S. J.; SCHUMACHER, M. V. Contribuição da análise multivariada na classificação de sítios em povoamento de Araucária angustifolia (Bert.) O. Ktze. Baseada nos fatores físicos e morfológicos do solo e no conteúdo de nutrientes da serapilheira. Santa Maria, **Ciência Florestal**, v. 11, n. 2, p. 41-57, 2001.

GOLFARI, L.; BARRET, W. H. G. **Comportamiento de las coníferas en Puerto Piray, Misiones.** IDIA: Suplemento Forestal, Buenos Aires, n. 4, p. 31-52, 1967.

GREENLEE, D. D. **Raster and vector processing for scanned line work.** Sioux Falls, U. S. Geological Survey, 1987.

GRESPLAN, C. A.; SCHMITZ, P. I. Arqueologia do Planalto Sul-riograndense: o estudo da ocupação de duas casas subterrâneas. **Revista de Iniciação Científica da ULBRA**, n. 2, p. 137 - 143, 2003.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. G. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2011.

GUÉRIOS, R. F. M. O Xocrén é idioma Caingangue. **Arquivos do Museu Paranaense**, n. 4, p. 321-331, 1945.

HENGL, T.; JESUS, J. M.; HEUVELINK, G. B. M.; GONZALEZ, M. R.; KILIBARDA, M.; BLAGOTIÉS, A.; SHANGGUAN, W.; WRGHTS, X. G.; BAUER-MARSCHALLINGER, B.; GUEVARAS, M. A.; VARGAS, R.; MACMILLANS, R. A.; BATJES, N. H.; LEENAARS, J. G. B.; RIBEIRO, E.; WHEELER, I.; MANTEL, S.; KEMPEN, B. **SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning**. Plos One, v. 12, n. 2, p. 1 – 40, 2017.

HENRY, J. **Jungle people: a Kaingang tribe of the highlands of Brazil**. New York, Vintage Books, 2ª ed., 1964.

HERBERTS, A.L.; MÜLLER, L.M. **Os sítios funerários do ‘Projeto de Arqueologia Compensatória UHE Barra Grande - SC’**. Anais do XIV Congresso da Sociedade de Arqueologia Brasileira “Arqueologia, Etnicidade e Território”. Erechim: HABILIS. Em CD-Rom, 16 p. 2007.

HERBERTS, A. L.; PERIN, E. B. **Projeto de Pesquisa Arqueológica Pré-histórica e Paleoambiental no Vale do Arroio Cará, Município de Lages, Estado de Santa Catarina**. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 2016.

HERBERTS, A. L.; PERIN, E. B. **Relatório Final de Pesquisa do Projeto de Pesquisa Arqueológica Pré-histórica e Paleoambiental da bacia hidrográfica do Arroio Cará, Município de Lages, Estado de Santa Catarina**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

HOOGH, R. J. **Site nutrition growth relationships of Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze, in Southern Brazil**. Freiburg. Tese de Doutorado. Universidade zu Freiburg, 1981.

HUECK, K. **Distribuição e habitat natural do pinheiro do Paraná (Araucaria angustifolia)**. Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo. Botânica, n. 156, p. 5-24, 1953.

HYDE, H. A.; WILLIAMS, D. A. Palynology. **Nature**, p. 155 – 264, 1945.

IBGE. **Mapa etno-histórico do Brasil e regiões adjacentes**. Adaptado do mapa de Curt Nimuendaju [1944]. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 1987.

IOB, G. **Influência de frutos e sementes na abundância de pequenos mamíferos e a relação com a predação e dispersão de sementes da Araucária (*Araucária angustifolia*)**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, 2007.

IRGANG, B. E. **O gênero *Eryngium* L. (Umbelliferae) no Rio Grande do Sul**. Dissertação - Mestrado em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1973.

IRIARTE, J., GILLAM, J.C., MAROZZI, O., 2008. Monumental burials and memorial feasting: an example from the southern Brazilian highlands. **Antiquity**, n. 82, p. 947-961, 2008.

IRIARTE, J.; COPÉ, S. M.; FRADLEY, M.; LOCKHART, J.; GILLAM, J. C. Sacred landscapes of the southern Brazilian highlands: understanding southern Proto-Jê mound and enclosure complexes. **Journal of Anthropological Archaeology**, Amsterdam, v. 32, n. 1, p. 74-96, 2013.

IRIARTE, J. BEHLING, H. The expansion of Araucaria forest in the southern Brazilian highlands during the last 4000 years and its implications for the development of the Taquara/Itararé Tradition. **Environmental Archaeology**. vol. 12, n. 2, p. 115-127, 2007.

IRIARTE, J., DEBLASIS, P., SOUZA, J. G. Emergent Complexity, Changing Landscapes, and Spheres of Interaction in Southeastern South America During the Middle and Late Holocene. **J Archaeol Res**, vol. 25, p. 251-313, 2017.

JENNESS, J.; REA, S. U. A.; TIN, F. **Some thoughts on Analyzing Topographic Habitat Characteristics Surface Area**. Janness Enterprises, AZ, USA, 2007.

JESKE-PIERUSCHKA, V.; PILLAR, V.; OLIVEIRA, M.; BEHLING, H. New insights into vegetation, climate and fire history of southern Brazil revealed by a 40.000-year environmental record from the State Park Serra do Tabuleiro. **VegetHistArchaeobot**, vol. 22, p. 299 - 314, 2012.

JOLKESKY, M. P. de V. **Reconstrução Fonológica e Lexical do Proto-Jê Meridional**. Dissertação de Mestrado em Linguística. Unicamp, Campinas, 2010.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 13ª ed. São Paulo, Editora Nacional, 2002.

JUCKER, T.; BONGALOV, B.; BURSLEM, D. F. R. P.; NILUS, R.; DALPONTE, M.; LEWIS, S. L.; PHILIPS, O. L.; QIE, L.; COOMES, D. Topography shapes the structure, composition and function of tropical forest landscapes. **Ecology Letters**, 2018.

KEMPF, W. G. Notas sobre um grupo de indígenas de Santa Catarina. **Revista do Arquivo Municipal, São Paulo**, v. CXVII, p. 25-34, 1947.

KERN A. **Paleopaisagens e povoamento pré-histórico do Rio Grande do Sul**. In: **Arqueologia Pré-histórica do RS**. Porto Alegre, Mercado Aberto, p. 13-61, 1991.

KINDEL, E. A. I. **Padrões de dispersão e disposição espacial da *Araucária angustifolia* (Bert.) O. Kuntze e suas relações com aves e mamíferos na estação ecológica de Aracuri, Esmeralda, RS**. Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Dissertação de Mestrado, 1996.

KLEIN, R. M. **Mapa Fitogeográfico de Santa Catarina. Flora Ilustrada Catarinense, V Parte – Mapa Fitogeográfico**, Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues. Flora Ilustrada Catarinense, 1978.

KRASILOV, V. A. **Palaeoecology of territorial plants. Basic principles and Techniques**. New York, John Wiley e Sons, 1975.

LA SALVIA, F. A habitação subterrânea: uma adaptação ecológica. In: WEIMAR, N.; Günter, S. (eds). **A Arquitetura no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Mercado Aberto, p. 7-26, 1983.

LABOURIAU, M. L. S. **Contribuição a palinologia dos Cerrados**. Editora Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 1973.

LABOURIAU, M. L. S. **Crítérios e técnicas para o Quaternário**. Edgard Blücher. São Paulo, 2007.

LAMING, A. EMPERAIRE, J. A jazida José Vieira: um sítio Guaraní e pré-cerâmico do interior do Paraná. Curitiba, **Arqueologia UFPR**, n. 1, p. 1-148, 1959.

LASSERE, S. R; VAIRETTI, M.; LASSERE, E. N. de. **Crecimiento de Araucaria angustifolia (Bertol) O. Kuntze., en distintos tipos de suelos de Puerto Piray, Misiones**. IDIA: Suplemento Forestal, n. 7, p. 36 - 45, 1972.

LAVINA, R. **Os Xokleng de Santa Catarina: uma etnohistória e sugestões para os arqueólogos**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. São Leopoldo, 1994.

LEITE, P. F. **As diferentes unidades fitoecológicas da região sul do Brasil**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná - UFPR, 1994.

LEONHARDT A.; LORSCHBITTER, M. L. The last 25,000 years in the Eastern Plateau of Southern Brazil according to Alpes de São Francisco record. **Journal of South American Earth Sciences**, n. 29, p. 454 – 463, 2010.

LIMA. G. L. **Estratigrafia e palinologia e depósitos turfosos e alúvio colúviais quaternários no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro e Planalto de São Bento do Sul, Santa Catarina**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2010.

LIMA. G. L.; TUROLO, D. S. OLIVEIRA, M. A. T. **Análise palinológica e estratigráfica de uma turfeira na Serra do Espigão – Lebon Régis (SC)**. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Paleontologia, n° 69, p. 48, 2015.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba, Banco do desenvolvimento do Paraná, UFPR, 1968.

- MABILDE, P.A.B. **Apontamentos sobre os indígenas selvagens da nação Coroados que habitam os sertões do Rio Grande do Sul.** Anuário do Estado do Rio Grande do Sul, XIII. Porto Alegre, 1897.
- MACHADO, J. Caminhos e Paradas. Perspectivas sobre o território Laklãnõ (Xokleng). **Revista Do Museu De Arqueologia E Etnologia**, vol. 27, p.179-196, 2016.
- MANIZER, H. **Les Kaingang de São Paulo.** Proceeding of the XXIIIth Congress International of Americanists. New York, p. 760-791, 1930.
- MANIZER, H. **Os Kaingáng de São Paulo.** Trad. de Juracilda Veiga. Ed. Curt Nimuendajú, Campinas, 2006.
- MANTOVANI, M. **Caracterização de populações naturais de xaxim (Dicksonia sellowiana (Presl.) Hooker), em diferentes condições edafo-climáticas no estado de Santa Catarina.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- MARTINS, M. E. G. **Coefficiente de correlação amostral.** Revista de Ciência Elementar, v. 2, n. 2, 2014.
- MARTIUS, C. F. P. V. Beiträge zur Ethnographie und Sprachenkunde Amerika's zumal Brasiliens. I. **Zur Ethnographie.** Leipzig: Friedrich Fleischer, 1867.
- MATTOS J. R. **O pinheiro brasileiro.** Florianópolis. Ed. UFSC, 2011.
- MAYBURY-LEWIS, D. (ed.). **Dialectical societies: the Gê and Bororo of Central Brazil.** Harvard University Press, Cambridge, 1979.
- MENÉNDEZ, G. G. H. **Estudio de las Anthocerotales y Marchantiales de la Argentina.** Tucumán, Universidad Nacional de Tucumán, Instituto Miguel Lillo, 1962.
- MENGHIN, O. El poblamiento Prehistorico de Misiones. **Anales de Arqueologia y Etnologia.** Tomo XII. Mendoza, p. 19-40, 1957.

MÉTRAUX, A. The Caingang. In: STEWARD, J. H. (Ed.), **Handbook of South American Indians**. Washington: Smithsonian Institution, v. 1, p. 445-447, 1946.

MILLER, E. T. **Pesquisas arqueológicas efetuadas no Planalto Meridional, Rio Grande do Sul (rios Uruguai, Pelotas e das Antas)**. Programa Nacional de Pesquisas Arqueológicas – Resultados Preliminares do quarto ano (1968 – 1969). Belém. Museu Paraense Emílio Goeldi, 1971.

MILLER, E. T. Pesquisas arqueológicas efetuadas no noroeste do Rio Grande do Sul (Alto Uruguai). **Publicações Avulsas do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, n. 10, p. 33-54, 1969.

MONTOYA, Pe. A. R. D. **Carta de Pe. Antonio Ruiz, superior da Missão do Guairá, ao Pe. Nicolau Duran, provincial da Companhia de Jesus, 02.07.1628**. Manuscritos da Coleção de Angelis. v. 1 – Jesuítas e Bandeirantes no Guairá (1549-1640). Rio de Janeiro, Biblioteca Nacional, p. 259-298, 1951.

MOORE, I. D.; GRAYSON, R. B.; LANDSON, A. R. Digital Terrain Modelling: A Review of Hydrological, **Geomorphological, and Biological Applications**. **Hydrological Processes**, n. 5, p. 3 - 30, 1991.

MÜLLER, L. M. (Org.); BRÜGGEMANN, A. A.; HERBERTS, A. L.; ARNOLD, E.; MATOS, F.; HOELTZ, S. E. **Estudo e valorização do patrimônio arqueológico do Vale do Rio Pelotas, SC: a contribuição da UHE Barra Grande**. Scientia Consultoria Científica, Florianópolis, 2011.

MÜLLER, L. M. Casas subterrâneas do Planalto Catarinense: estudo de caso do sítio SC.AG.107. **Anais do XIV Congresso da Sociedade de Arqueologia Brasileira** “Arqueologia, Etnicidade e Território”. Erechim: HABILIS. Em CD-Rom, 7 p. 2007.

MÜLLER, L. M. **Sobre índios e ossos: estudo de três sítios de estruturas anelares construídos para enterramento por populações que habitavam o vale do rio Pelotas no período pré-contato**. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

NEBOUT, N. C.; BERTINI, A.; ERMOLLI, E. R.; PEYRON, O.; KLOTZ, S.; MONTADE, V.; FAUQUETTE, S.; ALLEN, J.; FUSCO, S. G.; HUNTLEY, B. JOANNIN, S.; LEBRETON, V.; MAGRI, D.; MARTINETTO, E.; ORAIN, R. SADORI, L. Climate changes in the central Mediterranean and Italian vegetation dynamics since the Pliocene. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 218, p. 127-147, 2015.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro, 2ª ed, IBGE, 1989.

NOELLI, F. S. A Ocupação Humana na região Sul do Brasil: Arqueologia, Debates e Perspectivas 1872 - 2000. **Revista USP**, São Paulo, n. 44, p. 218-269, 2000.

NOELLI, F. S. **O mapa arqueológico dos povos Jê no sul do Brasil**. In: TOMMASINO, K.; MOTA, L.; NOELLI, F. S. (Org.). Novas contribuições aos estudos interdisciplinares dos Kaingang. Londrina: EDUEL, p. 19-55, 2004.

NOELLI, F. S.; SOUZA, J. G. Novas perspectivas para a cartografia arqueológica Jê no Brasil meridional. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Belém, v. 12, n. 1, p. 57 - 84, 2017.

OLIVEIRA, M. A. T.; BEHLING, H, PESSENDA, L. C R., LIMA, G. L. Stratigraphy of near-valley head quaternary deposits and evidence of climate-driven slope-channel processes in southern Brazilian highlands. **Catena**, vol. 75, p. 77 - 92, 2008.

OLIVEIRA, M. A. T.; PESSENDA, L. C R; BEHLING, H.; LIMA, G. L.; FERREIRA, G. M. D. S. S. Registro de mudanças ambientais pleistocênicas e holocênicas em depósitos de cabeceira de vale: campo alegre, planalto norte catarinense (sc). **Revista Brasileira de Geociências**. vol. 36, n. 3, p. 474 – 487, 2006.

OPPITZ, G. Coisas que mudam: **os processos de mudança nos sítios conchíferos catarinenses e um olhar isotópico sobre o caso do sítio Armação do Sul, Florianópolis/SC**. Dissertação de Mestrado em Arqueologia, MAE/USP, 2015.

PARELLADA, C. I. **Estudo arqueológico no alto vale do rio Ribeira: área do gasoduto Bolívia - Brasil, trecho X, Paraná**. Tese de

Doutorado. Museu de Arqueologia e Etnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

PARELLADA, C. I. Paisagens transformadas: a arqueologia de povos Jê no Paraná, Sul do Brasil. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, n. 27, p. 158-167, 2016.

PERIN, E. B. **Arqueologia e Paleoambiente do Arroio Cará**. Qualificação de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

PLÁ Jr., M. A., CÔRREA, M. V. G., MACEDO, R. B. M., CANCELLI, R. R., BAUERMANN, S. G. **Grãos de Pólen: usos e aplicações**. Canoas, ULBRA, 2006.

POSSAMAI, O. As relações entre São Francisco de Paula e os povoados dos municípios de Santo Antônio da Patrulha. In: BARROSO, V. L. M. (Org.) **Raízes de Santo Antônio da Patrulha, São Francisco de Paula e Tramandaí**. Porto Alegre, EST, p. 126-129, 1992.

PUCHALSKI, A.; MANTOVANI, M.; REIS, M. S. **Variação em populações naturais de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Kuntze associada a condições edafo-climáticas**. CIENTIA FORESTALIS n. 70, p. 137-148, 2006.

QIN, J.; WU, G.; ZHENG, H.; ZHOU, Q. The palynology of the First Hard Clay Layer (late Pleistocene) from the Yangtze delta, China. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 149, p. 63-72, 2008.

RADAESKI, J. N. **Morfologia polínica de táxons de Poaceae do Rio Grande do Sul: uma abordagem para distinguir vegetações campestres e florestais no sul do Brasil**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pampa, São Gabriel, 2015.

RADAESKI, J. N., EVALDT, A. C. P., BAUERMANN, S. G., LIMA, G. L. Diversidade de grãos de pólen e esporos dos Campos do sul do Brasil: descrições morfológicas e implicações paleoecológicas. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 69, n. 1, p. 107 – 132, 2014.

RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; MELO, L. C. A.; OLIVEIRA Jr., A. C. Carbono orgânico e nitrogênio total do solo

e suas relações com espaçamento de plantio de cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2051-2059, 2008.

REIS, L. B. **Para uma história Jê meridional na longa duração: o contexto em Alfredo Wagner (SC) e a sua inserção regional.**

Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2015.

REIS, M. J. **A problemática das estruturas subterrâneas no Planalto de Catarinense.** Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo - USP, 1980.

REIS, L. B.; ALMEIDA, F. S.; BUENO, L. R. Entre ‘estruturas e pontas’: o contexto arqueológico do Alto Vale do Itajaí do Sul e o povoamento do Brasil meridional. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Humanas, v. 13, n. 3, p. 597-623, 2018.

REITSMA, T. Size modification of recent pollen grains under different treatments. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 9, p. 175 – 202, 1969.

RENFREEW, C.; BAHN, P. **Arqueologia: Teorías, Métodos y Prácticas.** Akal. Madrid, 1998.

RIBEIRO, P. A. M. Casas subterrâneas do Planalto meridional, município de Santa Cruz do Sul, Brasil. **Revista do CEPA**, Santa Cruz, v. 9, p. 1-52, 1980.

RIBEIRO, P. A. M.; RIBEIRO, C. T. Levantamentos arqueológicos no município de Esmeralda, RS, Brasil. **Revista do CEPA**, Santa Cruz do Sul, v. 12, n. 14, p. 49-105, 1985.

RICCI, M.; BERTINI, A.; CAPEZZUOLI, E.; HORVATINÇI, N.; ANDREWS, J. E.; FRAUQUETTE, S.; FEDI, M. Palynological investigation of a Late Quaternary calcareous tufa and travertine deposit: A case study of Bagnoli in the Valdelsa Basin (Tuscany, central Italy). **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 218, p. 184 – 197, 2015.

ROBINSON, M.; SOUZA, J. G. D.; MAEZUMI, S. Y.; CÁRDENAS, M.; PESSENDA, L.; PRUFER, K.; CORTELETTI, R.; FARIAS, D. S.

E. D.; MAYLE, F. E.; DEBLASIS, P.; IRIARTE, J. Uncoupling human and climate drivers of late Holocene vegetation change in southern Brazil. **Scientific Reports**, v. 8, 2018.

ROGERSON, P. A. **Métodos estatísticos para Geografia: um guia para o estudante**. trad. Paulo Fernando Braga Carvalho e José Irineu Rangel Rigotti. 3 ed. Porto Alegre, Bookman, 2012.

ROHR, J. A. Os sítios arqueológicos do Planalto Catarinense, Brasil. **Pesquisas, Antropologia**. n. 24, p. 1-56, 1971.

RUHE, Robert, V. **Geomorphology. Geomorphic Processes and Surficial Geology**. Indiana University, 1975.

SALAMI, B. HIGUCHI, P.; SILVA, A. C.; FERREIRA, T. S.; MARCON, A. K.; BRUZZI Jr. F.; BENTO, M. A. Influência de variáveis ambientais na dinâmica do componente arbóreo em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Lages, SC. Piracicaba. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 102, p. 197-207, 2014.

SALDANHA, J. D. Paisagem e Sepultamentos nas Terras Altas do sul do Brasil. **Revista de Arqueologia**, Belém, v. 21, p. 85-95, 2008.

SANTA CATARINA. **Atlas de Santa Catarina**. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral, Subchefia de Estatística, Geografia e Informática, Aerofoto Cruzeiro. Rio de Janeiro, 1986.

SANTOS, F.; RAMALHO, L. S.; MARQUES, T. A.; SENA-SOUZA, J. P.; REATTO, A.; MARTINS, E. S.; COUTO Jr., A. F.; NARDOTO, G. B. Teor de carbono orgânico do solo e aspectos biofísicos da cobertura vegetal da bacia do córrego Sarandi, Planaltina, DF. EMBRAPA, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 319, 2014.

SCHMITZ, P. I. Algumas datas de carbono 14 de casas subterrâneas no planalto do Rio Grande do Sul. **Pesquisas, Antropologia**, São Leopoldo, n. 20, p. 163-167, 1969.

SCHMITZ, P. I.; BROCHADO, J. P. Datos para una secuencia cultural del Estado de Rio Grande do Sul, Brasil. **Gabinete de Arqueologia Publicações**, v. 2, p. 1-20, 1972.

SCHMITZ, Pedro I. As tradições ceramistas do planalto sul-brasileiro. *Arqueologia do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, Documentos*, São Leopoldo, n. 2, p. 74-130, 1988.

SCHMITZ, P. I.; BECKER, Í. I. B. Os primitivos engenheiros do planalto e suas estruturas subterrâneas: a tradição Taquara. *Arqueologia do Rio Grande do Sul, Brasil, Documentos*, São Leopoldo, v. 5, p. 67-105, 1991.

SCHMITZ, P. I.; ROSA, A. O.; IZIDORO, J. M.; HAUBERT, F.; KREVER, M. L. B.; BITENCOURT, A. L. V.; ROGGE, J. H.; BEBER, M. V. Içara: Um Jazigo Mortuário no Litoral de Santa Catarina. **Pesquisas, Antropologia**, São Leopoldo, n. 55, 164 p, 1999.

SCHMITZ, P. I.; ROGGE, J. H.; ROSA, A. O.; BEBER, M. V.; MAUHS, J.; ARNT, F. V. O Projeto Vacaria: casas subterrâneas no Planalto Rio Grandense. **Pesquisas, Antropologia**, São Leopoldo, n. 58, p. 11-105, 2002.

SCHMITZ, P. I.; ARNT, F.V.; BEBER, M.V.; ROSA, A.O.; ROGGE, J.H. Taió, no vale do Rio Itajaí, SC. O encontro de antigos caçadores com as casas subterrâneas. **Pesquisas, Antropologia**, São Leopoldo, n. 67, p. 85-320, 2009.

SCHMITZ, P. I.; ARNT, F.V.; BEBER, M.V.; ROSA, A.O.; FARIAS, D. S. de. Casas subterrâneas no planalto de Santa Catarina: São José do Cerrito. **Pesquisas, Antropologia**, São Leopoldo, n. 68, p. 7-78, 2010.

SCHMITZ, P. I.; ROGGE, J. H. 107 ‘casas subterrâneas’ no início do povoamento Jê Meridional em Santa Catarina. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**. São Paulo: MAE/USP, n. 21, p. 185-204, 2011.

SCHMITZ, P. I.; ROGGE, J. H.; NOVASCO, R. V.; MERGEN, N. M.; FERRASSO, S. Boa Parada um lugar de casas subterrâneas, aterros plataforma e ‘danceiro’. **Pesquisas - Antropologia**, São Leopoldo, n. 70, p. 133-195, 2013.

SDS. **Levantamento Aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. 2013.

SEHNEM, A. Ciateáceas. In: REITZ, P. R. **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, p.1-116, 1978.

SERRANO, A. **Etnografía de la antigua Provincia del Uruguay**. Paraná, 1936.

SHANGGUAN, W.; HENGL, T.; JESUS, J. M.; YUAN, H.; DA, Y. **Mapping the global depth to bedrock for land surface modeling**. Journal of Advances in Modeling Earth Systems, v. 9, p. 65 – 88, 2017.

SILVA, F.; NOELLI, F. História indígena e arqueologia: Uma reflexão a partir dos estudos sobre os Jê Meridionais. **Revista Do Museu De Arqueologia E Etnologia**, vol. 27, p. 5-20, 2016.

SILVA, E. V.; SILVA, A. C.; PEREIRA, R. C.; CAMARGO, P. B.; SILVA, B. P. C.; BARRAL, U. M.; MENDONÇA-FILHO, C. V. **Composição lignocelulósica e isotópica da vegetação e da matéria orgânica do solo de uma turfeira tropical: I - composição florística, fitomassa e acúmulo de carbono**. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 37, n. 1, p. 121-133, 2013a.

SILVA, E. V.; SILVA, A. C.; SILVA, B. P. C.; CAMARGO, P. B.; PEREIRA, R. C.; BARRAL, U. M.; BOTELHO, A. M. M.; VIDAL-TORRADO, P. **Composição lignocelulósica e isotópica da vegetação e da matéria orgânica do solo de uma turfeira tropical: II - substâncias húmicas e processos de humificação**. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 37, n. 1, p. 134-144, 2013b.

SILVA, F. A. As cerâmicas dos Jê do Sul do Brasil e os seus estilos tecnológicos: elementos para uma etnoarqueologia Kaingang e Xokleng. **Revista do CEPA**, Santa Cruz do Sul, v. 23, n. 30, p. 57-73, 1999.

SILVA, S. B. D.; SCHMITZ, P.I.; ROGGE, J.H.; DE MASI, M.A.N.; JACOBUS, A. L. O sítio arqueológico da Praia da Taperá: um assentamento Itararé e Tupiguarani. **Pesquisas, Antropologia**, São Leopoldo, Antropologia, n. 45, p. 210; 1990.

SILVEIRA, C. T.; SILVEIRA, R. M. P. **Índice de Posição Topográfica (IPT) para classificação geomorfométrica das formas de relevo no Estado do Paraná – Brasil.** Curitiba, Ra'e Ga, v. 41, p. 98-130, 2017.

SNOW, C. T. Uma nota crítica sobre o uso da glotocronologia na Arqueologia. **Arquivos do Museu de História Natural, UFMG**, vol. 2, 1977.

SOUZA, J. G. **A cerâmica da Tradição Itararé-Taquara (RS/SC/PR) e a difusão das línguas Jê Meridionais: uma análise dos dados.** Trabalho de conclusão. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

SOUZA, J. G. Centros cerimoniais e sistemas de assentamento Jê do Sul. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, São Paulo, Suplemento, n. 20, p. 49-55, 2015.

SOUZA, J. G. Rethinking households, communities and status in the southern Brazilian highlands. **Journal of Anthropological Archaeology**, v. 52, p. 44-58, 2018.

SOUZA, J. G. D.; CORTELETTI, R.; ROBINSON, M.; IRIARTE, J. The genesis of monuments: Resisting outsiders in the contested landscapes of southern Brazil. **Journal of Anthropological Archaeology**, n. 41, p. 196-212, 2016.

SOUZA, J. G. D.; ROBINSON, M.; CORTELETTI, R.; CÁRDENAS, L. C.; WOLF, S.; MAYLE, F.; DE BLASIS, P. Understanding the Chronology and Occupation Dynamics of Oversized Pit Houses in the Southern Brazilian Highlands. **Plos One**, v. 11, n. 7, 2016b.

SOUZA, J. G.; COPÉ, S. M. Novas perspectivas sobre a arquitetura ritual do planalto meridional brasileiro: pesquisas recentes em Pinhal da Serra, RS. **Revista de Arqueologia**, Belo Horizonte, v. 23, n. 2, p. 98-111, 2010.

STANSKI, C. LUZ, C; F. P.; NOGUEIRA, A.; NOGUEIRA, M. K. F. S. Palynology of species in the Astereae and Heliantheae tribes occurring in the region of Campos Gerais, Paraná State, Brazil. **Iheringia**, Sér. Bot., Porto Alegre, v. 68, n. 2, p. 203 - 214, 2013.

SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1998.

TOBLER, W. R. A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, vol. 46, Supplement: Proceedings. **International Geographical Union**. Commission on Quantitative Methods, p. 234 – 240, 1970.

TROPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, v. 10, p. 79 - 89, 2006.

TRYON, R. M.; TRYON, A. F. Ferns and allied plants with special reference to tropical America. **New York**: Springer Verlag, p.144-149, 1982.

UHLMANN, A.; GASPER, A. L.; Sevegnani, L.; VIBRANS, A. C.; MEYER, L.; LINGNER, D. V. **Fitogeografia de Santa Catarina**. In: VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A. L. de; LINGNER, D. V. (eds.). *Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina*, Blumenau, Edifurb, v. 1, 2012.

URBAN, G. **A história da cultura brasileira segundo as línguas nativas**. In: CUNHA, Manuela Carneiro da. (Org.) *História dos índios no Brasil*. São Paulo: Cia das Letras, 1998.

USGS. **Shuttle Radar Topography Mission**. 3 Arc Second, Filled Finished 2.0, Global Land Cover Facility. Jet Propulsion Laboratory, California. California Institute of Technology, February 2000, 2006.

VEADO, R. W. A.; TROPMAIR, H. **Geossistemas do Estado de Santa Catarina**. In: Teoria, Técnicas, Espaços e Atividades: temas de Geografia contemporânea. GERARDI, L. H. O. & MENDES, I. A. (org). Rio Claro, UNESP-AGETEO, 2001.

VEIGA, J. **Aspectos fundamentais da cultura Kaingang**. Campinas, Curt Nimuendajú, 2006.

VIBRANS, A. C.; McROBERTS, R. E.; LINGNER, D. V.; NICOLETTI, A. L.; MOSER, P. **Extensão original e remanescentes da Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina**: In VIBRANS, A. C.; SEVEGANI, L.; GASPER, A. L.; LINGNER, D. V. *Inventário*

Florístico Florestal de Santa Catarina, Vol. III, Floresta Ombrófila Mista. Blumenau, Edifurb, 2013.

WALKER, M. J. C.; BERKELHAMMER, M.; BJORCK, S.; Cwynar, L. C.; FISHER, D. A.; LON, A. J. G.; LOWE, J. J.; NEWNHAM, R. M.; RASMUSSEN, S. O.; WEIS, H. S. Formal subdivision of the Holocene Series/Epoch: a Discussion Paper by a King Group of INTIMATE (Integration of ice-core, marine and terrestrial records) and the Sub commission on Quaternary Stratigraphy (International Commission on Stratigraphy). **Journal of Quaternary Science**, n. 27, v.7, p. 649 - 659, 2012.

WEISS, A. **Topographic Position and Landforms Analysis**. Poster presentation, ESRI User Conference, San Diego, CA, 2001.

WIESEMANN, U. Os dialetos da língua Kaingang e o Xokleng. **Arquivos de Anatomia e Antropologia, III**. Rio de Janeiro, Instituto de Antropologia Prof. Souza Marques, v. 3, p. 197-217, 1978.

WILDNER, W.; CAMAZZATO, E.; TONIOLO, J. A. BINOTTO, R. B.; IGLESIAS, C. M. F.; LAUX, J. H. **Mapa geológico do Estado de Santa Catarina**. Escala 1:500.000, Porto Alegre, CPRM, 2014.

WILLEY, G.; PHILLIPS, P. **Method and theory in American Archaeology**. Chicago: University of Chicago Press, 1958.

YANO, O.; PIRANI, J. R.; SANTOS, D. P. O gênero *Sphagnum* (Bryopsida) nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, n. 8, p. 55 - 80, 1985.

ZEVEBERGEN, L. W.; THORNE, C. R. Quantitative Analysis of Land Surface Topography. **Earth Surface Processes and Landforms**. n. 12, p. 47 - 56, 1987.

ZANIN, A.; WAGNER, H. M. L.; SOUZA, M. L. D. R.; RIEPER, M. Fitofisionomia das formações campestres dos Campos dos Padres, Santa Catarina, Brasil. Florianópolis, **Revista de Botânica**, n. 38, p. 42-57, 2009.

## APÊNDICE A – Modelo de fichas de sondagem

FICHA DE SONDAÇÃO NÚMERO:		DATA:
SÍTIO:		ESTRUTURA:
		SONDAGEM:
COORDENADAS UTM - FUSO 22S - DATUM SIRGAS'2000:		
PESQUISADOR		
PROFUNDIDADE	SOLO	COBERTURA VEGETAL:
0 – 10 CM	AREIA	COR:
	SILTE	ALTERAÇÕES:
	ARGILA	VESTÍGIOS:
10 – 20 CM	SOLO	
	AREIA	COR:
	SILTE	ALTERAÇÕES:
20 – 30 CM	SOLO	
	AREIA	COR:
	SILTE	ALTERAÇÕES:
30 – 40 CM	SOLO	
	AREIA	COR:
	SILTE	ALTERAÇÕES:
40 – 50 CM	SOLO	
	AREIA	COR:
	SILTE	ALTERAÇÕES:
50 – 60 CM	SOLO	
	AREIA	COR:
	SILTE	ALTERAÇÕES:
60 – 70 CM	SOLO	
	AREIA	COR:
	SILTE	ALTERAÇÕES:
70 – 80 CM	SOLO	
	AREIA	COR:
	SILTE	ALTERAÇÕES:
80 – 90 CM	SOLO	
	AREIA	COR:
	SILTE	ALTERAÇÕES:
90 – 100 CM	SOLO	
	AREIA	COR:
	SILTE	ALTERAÇÕES:
OBS.:		

## APÊNDICE B – Análise de variância

Response Elevation :

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Classe	2	5403075	2701537	1300.7	< 2.2e-16 ***
Residuals	77268	160481451	2077		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Response Slope :

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Classe	2	127613	63806	2609.6	< 2.2e-16 ***
Residuals	77268	1889228	24		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Response Roughness :

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Classe	2	5904682	2952341	2958.3	< 2.2e-16 ***
Residuals	77268	77113595	998		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Response Twi :

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Classe	2	63917	31959	8909.7	< 2.2e-16 ***
Residuals	77268	277158	4		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Response Inss :

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Classe	2	704794	352397	826.49	< 2.2e-16 ***
Residuals	77268	32945395	426		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Response insw :

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Classe	2	868883	434441	912.2	< 2.2e-16 ***
Residuals	77268	36799435	476		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

## Response Tpi :

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Classe	2	583400	291700	3526	< 2.2e-16 ***
Residuals	77268	6392180	83		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

## Response Distance :

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Classe	2	28459725	14229862	5790.8	< 2.2e-16 ***
Residuals	77268	189872333	2457		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

## Response Depth :

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Classe	2	244610	122305	844.68	< 2.2e-16 ***
Residuals	77268	11187948	145		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

## Response Fine :

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Classe	2	14790	7395.2	309.89	< 2.2e-16 ***
Residuals	77268	1843926	23.9		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

## Response Cprofile :

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Classe	2	22.64	11.3217	759.69	< 2.2e-16 ***
Residuals	77268	1151.52	0.0149		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

## Response Cplan :

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Classe	2	25.03	12.517	891.68	< 2.2e-16 ***
Residuals	77268	1084.67	0.014		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1