

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

EVA OLIBIA GOMES MENA

**A SILVICULTURA URUGUAIA E O ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO DO MUNICÍPIO DE
DOM PEDRITO**

**Dom Pedrito, RS
2017**

EVA OLÍBIA GOMES MENA

**A SILVICULTURA URUGUAIA E O ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO DO MUNICÍPIO DE
DOM PEDRITO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Ciências da Natureza da Universidade
Federal do Pampa, como requisito parcial
para obtenção do Título de Licenciado em
Ciências da Natureza.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Paz Deble

**Dom Pedrito, RS
2017**

EVA OLIBIA GOMES MENA

**A SILVICULTURA URUGUAIA E O ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO DO MUNICÍPIO DE
DOM PEDRITO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Ciências da Natureza da Universidade
Federal do Pampa, como requisito parcial
para obtenção do Título de Licenciado em
Ciências da Natureza.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: __/__/____

Banca examinadora:

Prof. Dr. Leonardo Paz Deble
Universidade Federal do Pampa

Prof. Msc. Fernando Albuquerque Luz
Universidade Federal do Pampa

Profa. Dra. Jessie Haigert Sudati
Universidade Federal do Pampa

AGRADECIMENTO

Agradeço à Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) pelo enriquecimento de cultura, de visão de mundo e pelas amizades que a mim proporcionou.

Agradeço ao Prof. Dr. Leonardo Paz Deble pela confiança e por ter aceito este desafio comigo, trazendo-me à realidade e orientando-me com sabedoria e paciência. Aos professores membros da banca, agradeço pelas considerações para contribuir com esta pesquisa. Estendo meus agradecimentos também a todos os meus professores e que tenham a certeza de que levarei um pouco de cada um na formação de meu saber. Agradeço ao Senhor Álvaro Montardo morador da localidade do Upacaraí pelos dados pluviométricos fornecidos.

Sou grata, aos meus colegas, por todos os momentos que compartilhamos ao longo do curso e, aos meus amigos, pelo incentivo.

Agradeço aos meus filhos que me presentearam com a ideia de voltar a estudar, dizendo que este curso tinha a minha cara. Teve momentos que achei meio feia. Hoje sinto-me bela!

“A natureza nunca nos engana; somos sempre nós que nos enganamos.”.

Jean-Jacques Rousseau

RESUMO

Em meio a uma conjuntura de mudanças climáticas, agravadas pela expansão da atividade humana, o presente trabalho aborda o possível impacto da silvicultura no clima em âmbito regional. Esta pesquisa tem como objetivo verificar a relação entre a intensificação da prática silvicultural da região fronteira do Brasil e Uruguai e a presumível variação dos índices pluviométricos no município de Dom Pedrito, alegação frequente da população local. Com esta finalidade, utilizaram-se informações referentes ao plantio de eucalipto (*Eucalyptus spp.*) no departamento de Rivera, Uruguai, bem como dados de registros do histórico de chuvas no período entre os anos de 1985 a 2015, coletados em três municípios da região da Campanha gaúcha, Bagé, Dom Pedrito e Santana do Livramento. Levou-se em consideração a ocorrência dos fenômenos climáticos, como La Niña e El Niño, que naturalmente exercem influência no fluxo de chuvas. Preliminarmente, constatou-se no arcabouço bibliográfico que o cultivo de eucalipto não reúne elementos suficientes para responsabilizá-lo pela variabilidade dos índices pluviométricos a nível regional e as referências à redução de chuvas e solos mais secos, reclamação frequente na população local deve-se a modificação da paisagem, em que ambientes naturais foram substituídos gerando uma maior perda da água superficial e um conseqüente interpretação errônea que há menos chuvas na região estudada.

Palavras-Chaves: Silvicultura. Eucaliptos. Pluviometria. Alterações Climáticas. Fronteira Brasil-Uruguai.

RESUMEN

En medio de una coyuntura de cambios climáticos, agravada por la expansión de las actividades del hombre, el presente trabajo aborda el posible impacto de la silvicultura en el clima en el ámbito regional. Esta investigación tiene por objetivo verificar la relación entre la intensificación de la práctica de silvicultura en la región de frontera entre Brasil - Uruguay y la presumible variación de los índices pluviométricos en el municipio de Dom Pedrito, alegación frecuente de la población local. Con esa finalidad, se han utilizado informaciones referentes a las plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus spp.*) en el departamento de Rivera –Uruguay, bien como datos del registro histórico de lluvias en el periodo entre los años 1985 y 2015, recogidos en tres municipios de la región de la Campaña gaucha, Bagé, Dom Pedrito y Santana do Livramento. Se ha tenido en cuenta la ocurrencia de los fenómenos climáticos, tales como la niña y el niño, los cuales naturalmente ejercen influencia en el flujo de las lluvias. Preliminarmente, se ha constatado en la revisión bibliográfica que el cultivo de eucalipto no tiene elementos suficientes para ser responsabilizado por las variaciones de los índices pluviométricos a nivel regional y las referencias a la reducción de lluvias y suelos más secos, reclamación constante de la población local, se debe a la modificación del paisaje, en que ambientes naturales fueron sustituidos generando una mayor pérdida del agua superficial y una consecuente interpretación errónea que hay menos lluvias en la región estudiada.

Palabras-claves: Silvicultura. Eucalipto. Pluviometría. Cambios Climáticos. Frontera Brasil-Uruguay.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Efeitos Regionais na América do Sul do El Niño e La Niña.	19
Figura 2: Desertos na Latitude dos Cinturões	21
Figura 3: Gráfico dos Índices Pluviométricos de Bagé, Dom Pedrito e Santana do Livramento.....	33
Figura 4: Monocultura de Eucalipto no Uruguai, vista por satélite.....	36
Figura 5: Lavoura de eucalipto, Rivera – Uruguai.	37
Figura 6: Principais Massas de ar	37
Figura 7: Banhado.....	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Significado dos símbolos da classificação de Köppen	24
Quadro 2: Índices pluviométricos (Milímetros/mm)	32
Quadro 3: Comparativo do índice pluviométrico em Dom Pedrito (Milímetros/mm)	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGA- Aquecimento Global Antropogênico
AGN- Aquecimento Global Natural
AP- Antes do Presente
Cfa- Clima Subtropical
Cfb- Clima Temperado Quente
E- Quadrante Este ou Leste
ENSO- El Niño Oscilação Sul
EW- Quadrante Sudoeste
IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
MPV- Massa Polar Velha
N- Quadrante Norte
NW- Quadrante Noroeste
RS- Rio Grande do Sul
S- Quadrante Sul
SE- Quadrante Sudoeste
TSM- Temperatura Superficial do Mar
ZCAS- Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT- Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	Definição de clima e fatores de influência climática em escala global e regional	14
2.2	As características climáticas do continente sul-americano e da região de fronteira entre Brasil e Uruguai.....	20
2.3	O impacto da silvicultura no clima	28
3	METODOLOGIA	30
4	ANÁLISE DOS RESULTADOS	31
4.1	A influência de fenômenos climáticos no ciclo das chuvas de Dom Pedrito.....	31
4.2	O cultivo de eucalipto e a formação de chuvas na fronteira de Brasil e Uruguai.....	34
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
	REFERÊNCIAS.....	42
	GLOSSÁRIO.....	46

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da história evolutiva do Planeta Terra, diversos eventos naturais moldaram esse planeta para que o mesmo apresentasse a atual distribuição dos continentes, clima, paisagens e biota. Eventos climáticos promoveram mudanças drásticas, capazes de extinguir milhares de espécies e promover o surgimento/evolução de outras tantas, no entanto, pela primeira vez na história evolutiva da Terra estudos apontam que uma única espécie tem promovido mudanças que encaminham um processo de extinção em massa eminente. Inegavelmente, o planeta sofreu nas últimas décadas modificações bastante acentuada de suas paisagens naturais pela substituição das mesmas pela agricultura, indústrias e áreas urbanas. O resultado dessas mudanças ainda não foi adequadamente avaliado, tanto em escala global como local, mas diversos estudos demonstram que a agricultura mecanizada, a larga utilização de insumos, a indústria, e a poluição das cidades estão modificando a composição da atmosfera, principalmente pela maior incidência de gases do efeito estufa e, uma das consequências, é o aquecimento a nível global e a alteração sazonal de chuvas.

Embora trabalhos mais amplos que remetem a todo o planeta ou, mesmo a nível continental, têm sido publicados, em diversas revistas especializadas, estudos em escalas mais específicas são extremamente raros, o que motivou a realização do presente trabalho, que tem como objetivo responder a uma alegação frequente da população da região do Ponche Verde e Upamaroti, localidades de Dom Pedrito, em que a silvicultura na fronteira entre o Brasil e Uruguai influencia o município de Dom Pedrito com a redução no número de chuvas. Para isso, iniciou-se revisão bibliográfica sobre o clima, o clima na área de interesse e a silvicultura, sendo a compilação desses estudos sumarizada no Referencial Teórico. Posteriormente, buscaram-se dados sobre o índice pluviométrico e a ocorrência de fenômenos climáticos nas últimas três décadas, para subsidiar a análise desses dados com o uso da terra no local de abordagem do presente estudo.

Este trabalho justifica-se pela necessidade de buscar informações científicas para atender ao anseio da população da localidade de Ponche Verde, Upacará e arredores sobre a possível redução dos índices pluviométricos nos últimos 30 anos, recorrente dos plantios de eucalipto na região de Rivera.

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Definição de clima e fatores de influência climática em escala global e regional

Conforme Rossato (2011) o clima constitui recurso essencial tanto para a vida como para as atividades humanas, a autora menciona que elementos climáticos condicionam a dinâmica do ambiente, o calor e a umidade, e desencadeiam uma série de processos, que levam à formação de solos, participam da estrutura e formas de relevo, recursos hídricos, crescimento, desenvolvimento e distribuição das plantas e animais, inclusive repercutindo nas atividades antrópicas. O conhecimento do clima de uma região possibilita organizar os setores econômico-sociais que de articulação direta com dinâmicas climática, e o somatório das condições atmosféricas fazem determinado lugar ser mais ou menos habitável para os humanos, animais e plantas (KÖPPEN, 1948; NIMER, 1972).

O clima tem se modificado ao longo da história evolutiva do planeta, e a análise de relevos residuais, paleo-solos, depósitos de fósseis, associações vegetais relictuais, entre outros fatores, comprovam mudanças significativas de suas características tanto em escala global como regionais (CONTI, 2000).

Ao analisarmos a evolução global das vegetações características de cada região, evidenciamos que o meio experimenta modificações para adaptar-se às condições climáticas acarretadas. De acordo com Nobre et al. (2006), cada alteração climática ocasionada desde um passado distante provocou interferência na distribuição global da vegetação e é provável que no futuro continue a afetá-la. Por outro lado, as modificações estruturais na distribuição da vegetação são capazes de influenciar o clima (NOBRE et al., 2006). Jônatan Tatsch elucida que esta circunstância pode ser explicada, uma vez que:

O tempo e o clima influenciam o estado da vegetação terrestre, a qual se adapta evolutivamente ao ambiente, e limitam sua funcionalidade principalmente por meio da oferta de energia, água, e das variações de temperatura. Em sentido oposto, os diferentes padrões do balanço de energia à superfície, manifestantes sobre cada ecossistema terrestre que se expressam no microclima local, podem em tese controlar o clima regional (TATSCH, 2006, p. 1).

Ressalta-se o fato de a natureza não ser um elemento estático, mas ainda assim apresentar um estável dinamismo harmônico, Ross (1990) descreve a interferência do ser humano no meio ambiente dando ênfase à modificação e reordenamento do espaço de maneira a concordar com os seus interesses. Segundo Bruno Nobre e Marcos Leite, “o homem altera o meio natural objetivando principalmente o uso e a ocupação do solo para o desenvolvimento de suas atividades, causando alterações que podem prejudicar o sistema envolvido” (NOBRE; LEITE, 2012, p.2).

Dessa forma, a distribuição geográfica das comunidades de vegetação e suas relações com o clima tem se tornado objeto de análise de vários estudos. Para a elaboração de modelos para avaliar as influências do clima sobre a vegetação, adotou-se a distinção cronológica entre os períodos glaciais e pós-glaciais. Segundo Patrícia Pinheiro de Melo, o termo Pleistoceno é usado para conceituar “uma divisão geológica do Quaternário, representando a época mais antiga e mais longa que corresponde aos glaciares” (PINHEIRO DE MELO, 2007, p.40). O Pleistoceno termina no período que coincide com o degelo da era glacial, dando início a uma transição para o período denominado Holoceno, no qual a mesma autora define como:

Uma divisão geológica do Quaternário que sucede ao Pleistoceno é a época mais recente e mais curta da História da Terra. Para a maior parte dos autores, equivale a um pós-glacial que se inicia há aproximadamente 10 mil anos AP. Os sedimentos holocênicos traduzem um clima ameno, resultante da estabilização do nível do mar e de uma lenta recomposição da floresta, tudo relacionado ao recuo dos glaciares, em particular das geleiras do hemisfério norte (PINHEIRO DE MELO, 2007, p.40).

A investigação climática do Holoceno Médio (período de 6000 anos AP) possibilita uma amostragem para mensurar o desempenho dos modelos às mudanças climáticas naturais. A análise deste período resulta eficiente, conforme explica Maria Luciene de Melo:

Um período marcado por uma mudança climática natural para o qual se conhece a forçante, que é a mudança dos parâmetros orbitais e a menor concentração de CO₂ comparado ao clima atual, e, devido à existência de indicadores paleoclimáticos referentes a esse período, que permite uma validação das simulações do modelo (MELO, 2015, p.2).

Os registros paleoclimáticos permitem uma interpretação de muito longo prazo do clima, de sua variabilidade natural e de modificações regidas por fatores externos ou antrópicos (MELO, MARENGO, 2008, p. 192). As evidências

observadas indicam que alterações significativas da forçante climática durante o Holoceno causaram modificações no clima referentes à temperatura, chuva, nível médio do mar, intensidade dos sistemas de monções e do El Niño Oscilação Sul ou ENSO (IPCC, 2001).

No Hemisfério Sul, foram feitas reconstruções da temperatura na Antártica, as quais demonstraram que durante o Holoceno ocorreu um aquecimento entre 11.000 e 9.000 anos, seguidos de um esfriamento gradativo no Holoceno tardio. (MASSON et al., 2000). Para alcançar estimativa como esta, é necessária uma análise de forma multifatorial para compreender quais são e como as variáveis afetam o clima. A ocorrência de período relativamente mais quente, segundo Maria Luciane Dias de Melo e José Antonio Marengo, não pode ser interpretada “apenas pelas mudanças na insolação, mas talvez pela reorganização na grande escala do transporte latitudinal de calor pelos oceanos e atmosfera” (MELO, MARENGO, 2008, p. 192).

Deste modo, os modelos climáticos são qualificados para simulações realistas dos impactos destas variações, estabelecendo associações de causa e efeito no clima do passado. Conforme Mendonça (2007), a estatística linear aponta para a intensificação do aquecimento climático associado à elevação das médias pluviométricas anuais, o que corrobora a tese da intensificação do aquecimento regional como reflexo do aquecimento global; no entanto em determinados locais, de maneira contrária, foi observado diminuição nos índices pluviométricos, o que pode ser explicado pela modificação em escala global do clima (MENDONÇA, 2007; SANT'ANNA NETO, 1998).

Em meio as atuais preocupações com o aquecimento global, surgem hipóteses de que as atividades do ser humano são capazes de impactar nos índices climáticos. No entanto, é necessário levar em consideração que o meio ambiente do Planeta possui mecanismo de balanceamento da radiação solar na atmosfera terrestre. Cleiton Furtado e Góss (2008) fazem a diferenciação de aquecimento global natural (AGN) e aquecimento global antropogênico (AGA). Na concepção do AGN pondera-se a existência de fenômenos naturais cíclicos e autorreguladores. Segundo os autores estes fatores naturais são: as glaciações, a atividade solar, a variação orbital, a variação lunar, as correntes e variações oceânicas e o vulcanismo.

No entanto, esses fatores não se encaixam nos modelos de aquecimento antropogênico, que, conforme Furtado e Góss (2008) explica o atual aquecimento global.

No período de Era do Gelo, o Planeta apresenta uma atmosfera com enorme quantidade de umidade relativa do ar, o que leva a uma redução drástica na temperatura global, Cleiton Furtado e João Paulo Góss (2008) explicam os processos de aquecimento e resfriamento do planeta nos últimos 700 mil anos, destacando as principais glaciações, conforme detalhamento abaixo:

O planeta possui um ciclo na sua temperatura de aproximadamente 10 mil anos de era quente e a cada 90 mil anos de Era do Gelo, Essas eras glaciais já acontecem em milhares de anos e incluem alguns destaques, quais sejam:

- a) Glaciação de Günz – há cerca de 700 mil anos;
- b) Glaciação Mindel – há cerca de 500 mil anos;
- c) Glaciação Riss – há cerca de 300 mil anos;
- d) Glaciação Würm – há cerca de 150 mil anos (FURTADO; GÓSS, 2008, p. 12).

É importante compreender a relação da radiação eletromagnética e o albedo do planeta Terra, principalmente porque seu coeficiente que é aproximadamente 30% na média, resulta variável de acordo com a superfície, desse modo o gelo/neve tem índice de 90% de reflexão ao passo que florestas (12%) e oceanos/ lagos (10%) esses índices são menores, além disso, os tipos de nuvens, da concentração de aerossóis e partículas suspensas no ar também podem influenciar o albedo (MOLION, 2008).

Ainda no que se refere à capacidade de emissão/absorção das radiações de ondas curtas, assim como sobre as ondas longas, Furtado e Góss reconhecem que a estabilidade do clima global resulta em um balanço das ondas curtas e longas, conforme se evidencia abaixo:

Os continentes, os oceanos, as nuvens e os gases atmosféricos absorvem a radiação de ondas curtas, emitindo e absorvendo radiação térmica ou onda longa, de acordo com suas temperaturas e sua composição física e química e trocam calor entre si de diversas formas: misturando massas de ar, transportando massas de vapor e calor sensível, evaporando e precipitando água nos processos termodinâmicos. A Terra emite os raios infravermelhos (efeito estufa), ou seja, a estabilidade do clima global depende de um balanço de ondas curtas e ondas longas (FURTADO, GÓSS, 2008, p. 14).

Das interações possíveis entre os oceanos e a atmosfera, as correntes oceânicas têm a maior influência na temperatura. As correntes superficiais deslocam calor da região equatorial, a qual recebe maior incidência de radiação solar, para os polos, tendo, desta forma, uma influência moderadora no clima terrestre, conforme explica Furtado e Góss:

As águas quentes tropicais do Atlântico deslocam-se à superfície para o Pólo Norte, onde arrefecem. A densidade aumenta o resfriamento das águas, por onde, descem em profundidade, assim, forma-se uma corrente submarina em direção ao Antártico. As águas sobem à superfície no Oceano Índico e no Pacífico, devido ao afastamento das águas superficiais da costa oriental dos continentes, um fenômeno resultante da circulação superficial dos oceanos. Deste modo, passam a correr à superfície, voltando para o Atlântico pela força do vento (FURTADO, GÓSS, 2008, p. 19).

Os oceanos apresentam anomalias que alteram o clima devido às variações da temperatura marítima e da direção dos ventos. Os principais fenômenos são o El Niño e La Niña, cujos efeitos são descritos da seguinte forma por e Góss:

Quando ocorre o fenômeno El Niño os ventos alísios relaxam, chegando até, em algumas áreas na faixa tropical, a inverterem o sentido ao passarem a soprar para leste. As águas não têm mais força para se mover em direção ao oeste do Pacífico equatorial movimenta-se em direção à América do Sul em forma de ondas conhecidas como "Ondas de Kelvin", elevando o nível do mar no lado leste. O deslocamento das águas traz consigo a fonte de calor para a costa oeste da América do Sul, gerando mudanças na circulação geral da atmosfera. (FURTADO, GÓSS, 2008, p. 22).

El Niño e La Niña são caracterizados como “um fenômeno que ocorre no Oceano Pacífico tropical e que interfere nas condições meteorológicas, especialmente precipitação pluvial e temperatura, em diversas regiões do Globo”. (JACÓBSEN et al., 2004, p.129). Os eventos El Niño e La Niña produzem significativas alterações na circulação atmosférica e na precipitação na porção do Cone Sul da América do Sul. Pode-se esperar, portanto, que produzam perturbações também nos campos de temperatura na superfície. Embora esses eventos produzam também algumas variações na temperatura da superfície do mar, seu maior impacto sobre a temperatura no Cone Sul, a leste dos Andes, deve-se às perturbações produzidas na circulação atmosférica (BARROS ET AL., 2002).

De acordo com Berlato e Fontana, o El Niño e La Niña afetam o comportamento das temperaturas. Para La Niña a maioria dos meses do ano apresentam anomalias negativas (mais frio) com destaque para outubro e novembro em que as temperaturas médias mínimas ficam bem abaixo do que a observada nos

períodos sem esse fenômeno (anos Neutros). Em anos de El Niño, há forte tendência das temperaturas médias e mínimas serem superiores às dos anos Neutros no outono e início do inverno (BERLATO, FONTANA, 2003). Na figura 1 poderemos visualizar os reflexos climáticos no inverno e no verão, de acordo com os efeitos do El Niño ou La Niña:

Figura 1 - Efeitos regionais na América do Sul do El Niño e La Niña.



Fonte: Adaptado de “Efeitos regionais na América do Sul do El Niño e La Niña, durante o verão (DJF) e inverno (JJA)”. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/enos/>> Acesso: 02/09/2017 às 18:37.

Desta forma, podemos afirmar que no Brasil, as regiões que sofrem influência do fenômeno El Niño durante o verão são Nordeste e Sudeste, com tendência para secas e o Sul com tendências para aumento de chuvas. As outras regiões não indicam impactos no índice de chuvas, mas durante o El Niño estima-se que todo o Brasil apresente aumento nas temperaturas, tanto no verão como no inverno. Durante a ocorrência de La Niña no verão, o Sul não apresenta alterações significativas relacionadas ao fenômeno, mas Sudeste e Nordeste apresentam temperaturas mais baixas e maior precipitação.

Outro fator natural que altera o clima, por fim, são as atividades vulcânicas. Os vulcões “ejetam altas quantidades de poeira, gases e aerossóis na atmosfera, podendo causar resfriamento climático temporário. São frequentemente considerados causadores de poluição natural” (FURTADO, GÓSS, 2008, p. 31).

Tendo observados os fenômenos globais e regionais, passaremos, em seguida, a avaliar a dinâmica do clima na América do Sul até focalizar na região de fronteira entre o Brasil e Uruguai.

2.2 As características climáticas do continente sul-americano e da região de fronteira entre Brasil e Uruguai

A América do Sul pode ser caracterizada como sendo de “grande extensão latitudinal, ocupando desde áreas equatoriais até de latitudes médias; portanto, diferentes regimes climáticos são encontrados no continente” (REBOITA et al., 2012, p.34).

A respeito das condições paleoclimáticas da América do Sul, Ab'sáber (1977) destaca a contribuição de Damuth e Fairbridge (1970) que explicam, mediante interpretação do clima pretérito, os mecanismos climáticos predominantes e as diferenças entre as condições do clima interglacial atual (quente e úmido), com a hipotética situação do último período glacial do Pleistoceno, muito mais frio e seco justificado pelo nível do mar, mais baixo que o atual. Da mesma vertente que os autores anteriores, Kern (1997), ao caracterizar a última glaciação no continente americano, relaciona o recuo do nível do mar e a intensa atividade das correntes marítimas frias (do Peru e Falklands) como indícios que corroboram a significativa baixa das temperaturas continentais.

Marengo expõe que “observações sobre mudanças nos extremos climáticos são poucas e os resultados têm sido comprometidos devido à qualidade ou ausência de informação climatológica diária confiável” (MARENGO, 2007, p.29). No entanto, em âmbito das Nações Unidas, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas de 2001 destina o Capítulo 14 a analisar os aspectos climáticos da América Latina e revelam um avanço em estudos no Brasil sobre variabilidade e mudanças climáticas. Nas observações contidas neste capítulo, foram detectadas variações em chuvas e vazões de rios na Amazônia, enquanto no Nordeste apresentam uma variabilidade interanual e em escalas de tempo interdecadal. A variabilidade pode estar relacionada aos comportamentos de variação em mesma escala de tempo entre os Oceanos Pacífico e Atlântico, como a variabilidade associada ao El Niño Oscilação Sul, e a variabilidade do Atlântico tropical e do Atlântico Sul. Na região Nordeste, evidenciou-se um aumento não significativo de chuvas no longo prazo. Na região de fronteira ente Brasil e Argentina, foram observadas tendências desde o século XX para aumento das chuvas e vazões de rios, enquanto na Amazônia, mesmo com a redução da área florestal observada nas

últimas duas décadas, não se apresentaram tendências significativas nas chuvas ou vazões nesta região (IPCC, 2001).

A Floresta Amazônica exerce uma particular influência no restante do continente. De acordo com Nobre, ao analisarmos as faixas de distribuição de florestas e desertos pelo mundo, podemos identificar três cinturões, descritos pelo autor como sendo “um de florestas ao redor da linha do Equador e outros dois de desertos, ao redor dos trópicos de Câncer e Capricórnio” (NOBRE, 2014), conforme Figura 2.

Figura 2 - Desertos na Latitude dos Cinturões



Fonte: Rios Voadores INPE < <https://www.youtube.com/watch?v=Hlgk-rf0uZ8> > acesso em: 20/10/2017

O autor menciona que por influência destes cinturões, a parte centro-meridional da América do Sul deveria apresentar aspecto de aridez, compatível com as áreas latitudinalmente alinhadas, tais como os desertos de Namíbia e Kalahari, na África e o deserto do Outback, na Austrália. Um indicativo, dado por Nobre, de como deveria ser em sua maior parte o sul da região sul-americana pode ser evidenciado no deserto do Atacama, no Chile.

No entanto, ao serem analisadas as composições químicas entre o fluxo de vapor entre o oceano e a bacia amazônica, Salati (1979) percebeu que uma significativa proporção da água vinda do oceano que adentrava como vapor no canal aéreo não retornava pelo canal terrestre. Posteriormente, em aprofundamento deste estudo, águas de chuva coletadas na cidade do Rio de Janeiro indicaram partículas provenientes da região amazônica, cogitando-se, assim, que as chuvas na América do Sul poderiam ser ocasionadas pelo transporte continental de vapor da Amazônia.

Nobre (2014) demonstra esta movimentação afirmando que os 6 km de altura da cordilheira dos Andes atuam como uma barreira, onde o ar úmido amazônico, após fazer a curva no Acre, será canalizado, ocasionando, durante o verão, o transporte de quantidades generosas de vapor d'água para o quadrilátero

delimitado por Cuiabá, ao Norte, São Paulo, a Leste, Buenos Aires, ao Sul, e a cordilheira dos Andes, a Oeste, contrariando sua tendência para a aridez.

Em 1992, Reginald Newell e Nicholas Newell apresentam o conceito de rios atmosféricos, como sendo fluxos filamentosos na baixa atmosfera capazes de transportar grandes quantidades de água como vapor. Em 2012, Spracklen sugere uma nova abordagem, conceituada como rios aéreos, fazendo uma correlação da superfície de cobertura vegetal com a exposição de uma parcela de ar num rio aéreo com chuva a jusante na trajetória daquela mesma parcela. Segundo a explicação de Nobre, um rio aéreo “conecta regiões doadoras de umidade com outras receptoras de umidade. Daí a importância crucial das florestas a montante: constatou-se que a Amazônia é de fato a cabeceira dos mananciais aéreos da maior parte das chuvas na América do Sul” (NOBRE, 2014).

Outro fator de grande influência sobre o clima no continente são as zonas de convergência, esses sistemas meteorológicos se caracterizam pela sua interação entre eventos meteorológicos das latitudes médias e tropicais. A formação de uma Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em posicionamento latitudinal sobre o Atlântico é afetada pela combinação de circulações atmosféricas anômalas devido às distribuições de Temperatura de Superfície do Mar (TSM) sobre os oceanos Pacífico equatorial e Atlântico tropical. Isto influencia a distribuição das chuvas sobre as bacias do Atlântico e norte da América do Sul. Mesmo que a variação interanual das TSM e dos ventos no Atlântico Tropical sejam significativamente menores em comparação a observada no Pacífico Equatorial, essa variação tem grande impacto na oscilação climática sobre a América do Sul, repercutindo em nível global (ROPELEWSKI, HALPERT, 1989).

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é um dos mais importantes fenômenos na escala intra-sazonal, que acontece durante o verão na América do Sul, com ocorrência de longos períodos de seca e enchentes que afetam diferentes regiões do Brasil, tais como o sul e o sudeste (CALHEIROS, SILVA DIAS, 1988). Climatologicamente, a ZCAS pode ser identificada, na composição de imagens de satélite, como uma banda de nebulosidade de orientação noroeste e sudeste, estendendo-se desde o sul da região amazônica até a região central do Atlântico Sul (KOUSKY, 1988).

Ao analisarmos a pluviosidade no Brasil, a região norte apresenta certa heterogeneidade na distribuição espacial de chuvas e o maior índice de precipitação

é verificada na parte ocidental da região, passando dos 2450 mm/ano (REBOITA, 2010). A região norte é detentora de uma grande malha, sendo frequente o desenvolvimento de uma circulação de brisa fluvial no período da tarde (FISCH ET AL., 1998). Formações de frentes frias de deslocamento meridional propiciam precipitações nesta região, sendo localmente designadas de friagem (MOLION, 1987).

Já na região Centro-Oeste do Brasil, a precipitação excede a 1500 mm/ano. (REBOITA, 2010), sendo que o maior nível de precipitação é alcançado no verão, pois a região também sofre influência do sistema de monção da América do Sul (VERA ET AL., 2006). A região do Pantanal “alterna ciclos de cheia e de seca que transformam a paisagem da região, atendendo a necessidades específicas como a reprodução de peixes e a disponibilidade de pastagens, para citar alguns exemplos”. (MARENGO, 2006).

Segundo Edmon Nimer (1972), o Sudeste representa “a Região de maior diversificação climática, considerando-se o regime de temperatura. Isto não deve significar que no Sudeste exista homogeneidade no que se refere à distribuição espacial da umidade”. O total de precipitação da região Sudeste também é de aproximadamente 1500 mm/ano (REBOITA, 2010).

A região Nordeste tem sido historicamente afetada por grandes secas ou grandes cheias. Segundo José Marengo, “relatos de secas na região podem ser encontrados desde o século XVII, quando os portugueses chegaram à região. Estatisticamente, acontecem de 18 a 20 anos de seca a cada 100 anos”. (MARENGO, 2006). Os níveis máximos de precipitação na região do sertão nordestino são durante o verão e os mínimos no inverno, no entanto, o total anual é bem reduzido, ficando entre 200 e 500 mm/ano, enquanto que no litoral do Nordeste o total pode chegar a 1500 mm/ano.

Na região Sul, “a precipitação é praticamente homogênea ao longo do ano. O total anual é elevado (1050-1750 mm/ano) sendo ainda maior no oeste do sul do Brasil na fronteira com o Paraguai (1750-2100 mm/ano)” (REBOITA, 2010).

Passaremos, a partir deste momento, a analisar o clima do estado do Rio Grande do Sul, dando ênfase à região de fronteira com o Uruguai.

Assim como toda a Região Sul do Brasil, o território sul-rio-grandense situa-se em zona climaticamente de transição, que é destacada por Sartori devido às principais características climáticas desta região refletirem:

A participação tanto dos Sistemas Atmosféricos Extratropicais (massas e frentes polares) quanto dos Intertropicais (massas tropicais e Correntes Perturbadas), embora os primeiros exerçam o controle dos tipos de tempo. Assim, a posição subtropical faz com que a região seja área de confronto periódico entre forças opostas, provocado pelo avanço sistemático dos Sistemas Atmosféricos de origem polar em direção aos polares tropicalizados (Massa Polar Velha - MPV) ou aos sistemas de origem tropical (Massa Tropical Atlântica ou Continental), proporcionando a distribuição das chuvas durante todo o ano, motivada pelas sucessivas passagens frontais, sem ocorrência de estação seca no regime pluviométrico. Entretanto, ocorre evidente variabilidade têmporo-espacial das precipitações, ocasionando episódios de longas estiagens ou de enchentes, que podem acontecer em qualquer época do ano e que refletem alterações na habitualidade da circulação atmosférica nas escalas regional e zonal, em parte provocadas pelos, hoje conhecidos, fenômenos de “El Niño” e “La Niña” (SARTORI, 2003, p.28).

Vários estudos se baseiam em métodos de classificação climática. Um exemplo destes métodos é a classificação de Strahler, que segundo Alexandre Rosa dos Santos (2012), faz parte de uma escola de climatologia chamada Dinâmica, “pois ela se baseia na dinâmica geral da atmosfera, através das massas de ar. A classificação dos climas brasileiros proposta por Arthur Strahler baseia-se áreas da superfície terrestre dominadas ou controladas pelas massas de ar” (SANTOS, 2015).

A classificação de Thornthwaite, de 1948, está baseada nos Índices de Umidade e nos Índices de Eficiência Térmica. No entanto, não há estudos em que esta classificação tenha sido aplicada especificamente para o Rio Grande do Sul. (KUINCHTNER & BURIOL, 2001).

A classificação de Wilhelm Köppen se baseia na temperatura e nas precipitações, bem como na distribuição dos valores destas duas variáveis do clima durante as estações do ano. Santos (2015) reproduz o método de classificação de Köppen conforme Quadro 1:

Quadro 1 - Significado dos símbolos da classificação de Köppen

1ª letra – maiúscula, representa a característica geral do clima de uma região:	2ª letra – minúscula, representa as particularidades do regime de chuva:	3ª letra - minúscula, representa a temperatura característica de um região:
A – clima quente e úmido B – clima árido ou semi-árido C – clima mesotérmico (subtropical e temperado)	f – sempre úmido m – monçônico e predominantemente úmido s – chuvas de inverno s' - chuvas do outono e inverno w – chuvas de verão w' - chuvas de verão e outono	h – quente a – verões quentes b – verões brandos

Fonte: Adaptado de SANTOS, 2015, p. 231.

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima do Estado do Rio Grande do Sul (RS) está na categoria Cfa e Cfb, úmido em todas as estações do ano, verão quente e moderadamente quente. O tipo Cfa prevalece na maior parte do

Estado e o Cfb predomina nas regiões mais elevadas da Serra do Nordeste, Planalto e Serra do Sudeste do RS (KUNINCHNER & BURRIOL, 2001).

Moreno (1961) baseado na proposta de Köppen reconheceu que a maior parte do território sul-rio-grandense apresenta certa homogeneidade climática, estando classificados como do tipo Cfa e Cfb.

Ao analisar de forma integrada e dinâmica a evolução do clima no Rio Grande do Sul, incluindo os fenômenos que podem alterar o clima de forma sazonal, Rossato (2011) apresentou uma nova proposta de classificação climática para o Estado, definindo quatro tipos principais, dois deles com duas subdivisões. De acordo com esta classificação, grande parte da área estudada pertence ao tipo “Subtropical II, medianamente úmido com variações longitudinais das temperaturas médias” (ROSSATO, 2011). Para o Instituto de Pesquisas Agronômicas (1989):

“No Estado do Rio Grande do Sul, as chuvas são bem distribuídas ao longo dos doze meses do ano. As regiões onde menos chove, como na região climática do Litoral Sul e o extremo sul do Baixo Vale do Uruguai, os menores valores médios normais de precipitação pluviométrica se situam entre 60 e 80 mm mensais, respectivamente” (INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1989, p. 175).

Buriol et al. (1979) relatam que “quanto às temperaturas médias mensais, os valores mais baixos ocorrem em julho, entre 9 e 10°C, no extremo leste da Região do Planalto e os mais elevados em janeiro, entre 25 e 26°C, nas regiões do Alto e Baixo Vale do Rio Uruguai.

Algumas considerações sobre as características climáticas do RS são feitas por Sartori (2003): **a)** As temperaturas médias variam anualmente entre 14°C e 18°C, no topo do Planalto Meridional e Serra do Sudeste, e entre 18°C e 20°C na Depressão Central, Campanha, Vale do Uruguai e Planície Litorânea; **b)** no verão, a temperatura média de janeiro, mês historicamente mais quente, é superior a 22°C, na maior parte do estado, e a média das máximas varia entre 28°C, no topo do Planalto Meridional (acima de 500m) e Planície Litorânea, e 32°C na Depressão Central, Campanha e Vale do Uruguai; **c)** acontecem, em média, de 1 a 5 geadas por ano na maior parte da Planície Litorânea, de 5 a 10 na Depressão, de 10 a 15 na maior parte do estado, especialmente no Planalto, e mais de 15 geadas/ano na Serra do Nordeste, Campanha e Serra do Sudeste (efeito da altitude e da latitude), entre o outono e a primavera; **d)** os nevoeiros ocorrem principalmente de maio a agosto (maior umidade) e são mais freqüentes na Depressão (de radiação, na

maioria, e pós-frontais) que no Planalto, com médias de 53 dias e de 31 dias, respectivamente; **e**) os ventos que predominam na maior parte do RS são de E e de SE, com velocidade média de 1,5 a 2,0 m/seg., na Depressão, e de SE, no Planalto Meridional, com média de 2 a 4 m/seg. A maior frequência dos ventos de leste na Depressão deve-se ao condicionamento imposto pela direção geral E-W do rebordo do Planalto, que provoca a inflexão dos ventos S e SE, canalizando-os ao longo da planície. Entretanto, pode-se dizer que, na Depressão Central, o vento E predomina no inverno e na primavera, enquanto no outono e no verão é o vento SE que tem maior frequência; **f**) os ventos mais fortes e quentes são do quadrante norte (N e NW), com velocidades médias que oscilam de 3,0 a 8,0 m/seg. (leves a moderados), no Planalto, e de 6,0 a 12,5 m/seg. (moderados a meio fortes), na Depressão, embora algumas rajadas possam atingir mais de 100 Km/hora em ocasiões esporádicas. Origina o regionalmente conhecido Vento Norte, típico de situações de tempo pré-frontais. (SARTORI, 2003, p. 41- 42).

Em uma análise histórica, para o sul do Rio Grande do Sul e norte do Uruguai, Kern (1997) refere que alguns estudos detalhados indicam uma fase seca e quente a partir de 11.000 AP e que “o aumento das temperaturas não deve ter modificado o regime de chuvas no conjunto do território, num primeiro momento”, acrescentando que “na origem desta morfogênese se encontram os climas subtropicais secos e as condições estépicas e subdesérticas” (KERN, 1997, p. 31). No período compreendido entre cerca de 18.000 e 12.000 anos AP imperava um clima mais seco e frio e nível do mar abaixo do atual (CARVALHO, 1981). A presença humana no Pampa teve início provavelmente no Pleistoceno, a cerca de 13.000 anos antes do presente (CONSENS, 2009). Cruz e Guadagnin afirmam que:

Embora exista certa incerteza referente ao período da chegada do ser humano no Pampa rio-grandense, pode-se considerar que esta chegada torna-se significativa por volta de 12.000 anos AP. Sustentamos a hipótese de que a chegada de seres humanos induziu nesta época à extinção da megafauna e à manutenção das paisagens abertas, porém com um novo padrão de vegetação, estabilidade e perturbações. Os campos baixos dominados por geófitas adaptadas ao pastoreio deram lugar para uma paisagem de campos altos dominados por hemipterófitas adaptadas ao fogo. O novo regime de perturbações se estendeu por um período de 4.000 anos (fase de mudanças), quando ocorreu a extinção da megafauna, e estabilizou a nova fisionomia dos campos por um período de cerca de 7.600 anos (fase de estabilização), até a chegada do gado Europeu (CRUZ; GUADAGNIN, 2010 p. 158).

O Rio Grande do Sul, por estar na porção mais meridional do Brasil, apresenta características particulares de vegetação, uma vez que é possível encontrar diversos tipos de fitofisionomias. Um exemplo destas particularidades em relação ao resto do país é demonstrado pelas formações raras como o Pampa, ou pela ocorrência de contingentes florísticos diferenciados (LAROCCA, 2004).

É evidenciada a transformação do bioma, não apenas pelas modificações climáticas, mas também pela introdução dos modelos europeus de criação de gado, como descrevem Cruz e Guadagnin, ao afirmarem que:

Em 1737 é fundada a primeira povoação oficial. Assim, cerca de 7.600 anos após a extinção da megafauna, os novos colonizadores trouxeram novos grandes herbívoros para o bioma Pampa, principalmente bovinos e equinos. [...]O crescimento populacional acelerado das populações asselvajadas de gado bovino e equino, associado ao fogo utilizado pelos índios para caça e estancieiros para renovar a pastagem, deve ter causado uma grande pressão sobre as espécies de hemiptófitas que dominavam os campos. É provável que tenha ocorrido uma grande perda de cobertura vegetal (CRUZ & GUADAGNIN, 2010 p. 161).

Conforme proposta do IBGE (2004) o RS apresenta atualmente dois biomas, sendo eles a Floresta Atlântica (que inclui a totalidade da Floresta de Araucária e outros ecossistemas) e o Bioma Pampa (BAUERMANN, BEHLING & MACEDO, 2009 p. 81). Os Ecossistemas campestres da Bacia do Prata, no qual faz parte o Bioma Pampa (IBGE, 2004), segundo Bilenca e Miñarro, é característico da América do Sul ocorrendo na Argentina, Uruguai e Sul do Brasil, com extensão aproximada de 760.000 km². O Rio Grande do Sul possui uma área em torno de 176.000 km², que equivale a 64% do território. Estima-se, para o pampa brasileiro, a existência de 3.000 espécies de plantas vasculares, entre elas, 400 gramíneas. Apesar de sua riqueza e extensão, é um dos biomas com menor percentual de áreas legalmente protegidas, restando cerca de 40% de área original (BILENCA & MIÑARRO, 2004).

O Bioma Pampa é um dos elementos que compõem a biodiversidade brasileira. Dentre os países de megadiversidade, o Brasil é o principal deles, com ca. 15 a 20% do número total de espécies do planeta e possui a mais diversa flora mundo, constituindo um dos ecossistemas mais ricos com altas taxas de endemismo (BAUERMANN, BEHLING & MACEDO, 2009 p. 81). Com base neste cenário, analisaremos a seguir a consequência ambiental do manejo de espécies de

vegetação, denominada silvicultura, tratando-se em alguns casos de espécies não nativa, introduzidas pelo homem com fins econômicos.

2.3 O impacto da silvicultura no clima

A silvicultura é uma ciência dedicada ao estudo de métodos hábeis a promover a implantação e a regeneração dos povoamentos florestais, em função não apenas de interesses econômicos, mas também sociais, culturais e ecológicos (VALVERDE et al., 2012). No caso específico da área de estudo, o plantio de espécies arbóreas atende o interesse de produção madeira, para papel e alvenaria (MAFRA, 2009). Mesmo modificando a paisagem e substituindo a cobertura vegetal original, Valverde et al. (2012) menciona a silvicultura com maior potencial de contribuição para a construção de uma Economia Verde, visto que é realizada dentro dos conceitos desta, e produz insumos às outras atividades alcançarem o caminho da sustentabilidade.”

Segundo Pinto Junior & Ahrens (2010) no âmbito social, as atividades da cadeia produtiva das plantações florestais promovem a geração de empregos e renda na área rural, auxiliando na redução do êxodo rural. Fidelis e Lima (2009) reconhecem que a prática da silvicultura modifica o ecossistema em que foi inserido, porém, o uso de técnicas como terraceamento, consorciação de culturas, faixas de vegetação nativa, espaçamento entre as árvores, entre outras, são formas de minimizar os impactos negativos da perda de biodiversidade e perda de solo. Os autores ainda mencionam que:

Plantações de florestas tem sido um aliado contra o aquecimento global. As árvores são um tipo de sequestradores de carbono da atmosfera, ou seja, diminui a concentração desse gás de efeito estufa. E a madeira reflorestada é uma grande fonte de energia renovável, na forma de carvão vegetal. Essas funções de sequestrar carbono e energia renovável são os impactos positivos que o eucalipto e o pinus causam na natureza (FIDELIS, LIMA, 2009, p.11).

Para Carvalho (1981) e Fidelis & Lima (2009) os impactos ambientais da silvicultura variam em função do tipo de manejo e das técnicas que são usadas nos empreendimentos florestais, onde as ações necessárias para que os impactos negativos sobre a biota sejam minimizados, como consequência o grau de impacto

ao meio ambiente depende do sistema e dos tratamentos silviculturais adotados. Pelo seu próprio princípio, por se assemelhar aos processos naturais, os sistemas policíclicos parecem menos impactantes que os monocíclicos, que modificam substancialmente a composição florística e a estrutura da floresta. Por outro lado, o simples anelamento de árvores, por exemplo, pode ser eficiente para controlar a população de muitas espécies indesejáveis (CARVALHO 1981).

Durante longo tempo, a silvicultura foi considerada como atividade sustentável e capaz, ainda de minimizar os efeitos climáticos, principalmente porque a maior parte dos estudos terem sido desenvolvidos em ecossistemas florestais e em locais onde as espécies arbóreas utilizadas são autóctones. Os benefícios em relação ao clima foram justificados por vários fatores, como a produção de biomassa nos bosques, sequestrar CO₂ do ambiente e promoção da diminuição da temperatura no interior dos talhões (MULLER et al., 2011). São relatadas também grandes quantidades de carbono fixadas em húmus e solo são também manejáveis através da silvicultura, resultando em cobertura continua de grande importância para a permanência da matéria orgânica no solo, a qual se obtém com sistemas de regeneração controlada e dirigida à meta produtiva (MULLER et al., 2011).

A gestão ou manejo sustentável, a aplicação da silvicultura do carbono com técnicas capazes de aperfeiçoar a fixação de carbono que beneficiam a regeneração de massa e conservação evitando os desflorestamentos massivos, a proteção frente à erosão hídrica, à desertificação ou a prevenção contra os incêndios florestais (ZÚÑIGA, CARMONA, 2011).

Como verificado, estudos demonstram que atividades de silvicultura podem ser benéficas na captura de gases do efeito estufa e na promoção de diminuição da temperatura. No entanto, variações pluviométricas locais não são atribuídas na literatura a plantações de pinus e/ou eucalipto, o que demonstra a necessidade de testar hipóteses sobre o referido tema.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa buscou identificar se há interferência da silvicultura de eucalipto na variação do volume de chuvas, partindo do senso comum de habitantes da zona rural, os quais alegam que a ocorrência de chuvas tem diminuído, sendo que um dos motivos por eles apontados frequentemente recai sobre a expansão do cultivo de eucalipto na região. Para que isso ocorresse, foi feita uma revisão bibliográfica para embasar o arcabouço teórico, debatendo conceitos relacionados aos objetos de estudo. As variáveis climáticas foram obtidas com análise dos dados fornecidos pelo Atlas Climático da Região Sul e com dados históricos obtidos.

A área de coleta foi à localidade do Upacaraí, interior do município de Dom Pedrito, a partir do ano de 1985, disponível em arquivo histórico do local. Para a complementação dos dados foram analisadas informações do INMET do Município de Santana do Livramento e Bagé, dados coletados na Emater do município de Dom Pedrito e Índice pluviométrico desde 1985.

Os dados do trabalho foram fornecidos por um morador da Localidade do Upacaraí, que faz o registro dos índices pluviométricos desde 1985 até 2015. Através da internet pelo site do INMET foram coletados os dados referentes aos Municípios de Santana do Livramento e Bagé. Foram analisados dados de 2011 a 2015, originados pela estação meteorológica da Estância Guatambu. Foi feito um registro fotográfico dos referidos eucaliptos no Departamento de Rivera, no Uruguai. Também foram verificados possíveis fenômenos que possam ter acarretado mudanças climáticas tais como El Niño, La Niña e erupções vulcânicas.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste segmento, serão demonstrados os dados coletados referentes aos índices pluviométricos, que por sua vez serão analisados para entendermos as influências e modificações no clima de Dom Pedrito/RS decorrentes da silvicultura de eucalipto na região de Rivera, no Uruguai.

4.1 A influência de fenômenos climáticos no ciclo das chuvas de Dom Pedrito

A definição climática para Dom Pedrito, de acordo com os estudos da organização Climate-Data¹ é de clima quente e temperado, com pluviosidade significativa ao longo do ano, onde mesmo o mês considerado mais seco apresenta muita pluviosidade. Pela classificação de Köppen e Geiger o clima é denominado Cfa. A temperatura média do município é de 18.5 °C. A pluviosidade média anual é de 1313 mm. O mês mais seco tem uma variação 43 mm em relação ao mês mais chuvoso. A variação das temperaturas médias durante o ano é de 11.0 °C. A temperatura média do mês de janeiro, o mês mais quente do ano, é de 24.6 °C. O mês de junho tem a mais baixa temperatura ao longo do ano, com uma temperatura média de 13.6 °C. O mês mais seco é dezembro, com 85 mm de precipitação. Com uma média de 128 mm o mês de abril é o mês de maior precipitação.

Analisando dados pluviométricos, de 1985 a 2015, coletados no interior do município de Dom Pedrito, podemos observar que o total das chuvas anuais é relativamente estável e suas maiores variações obedecem a um ciclo que está relacionado aos efeitos dos fenômenos de El Niño e La Niña.

A seguir, apresentaremos o Quadro 2 contendo os registros de volume de chuva nos municípios de Bagé, Dom Pedrito e Santana do Livramento, ressaltando que não há informações para análise, referentes a determinados anos, sendo que nesses casos as células não foram preenchidas.

¹ Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/43773/>>. Acesso em 05/11/2017.

Quadro 2 - Índices pluviométricos (Milímetros/mm)

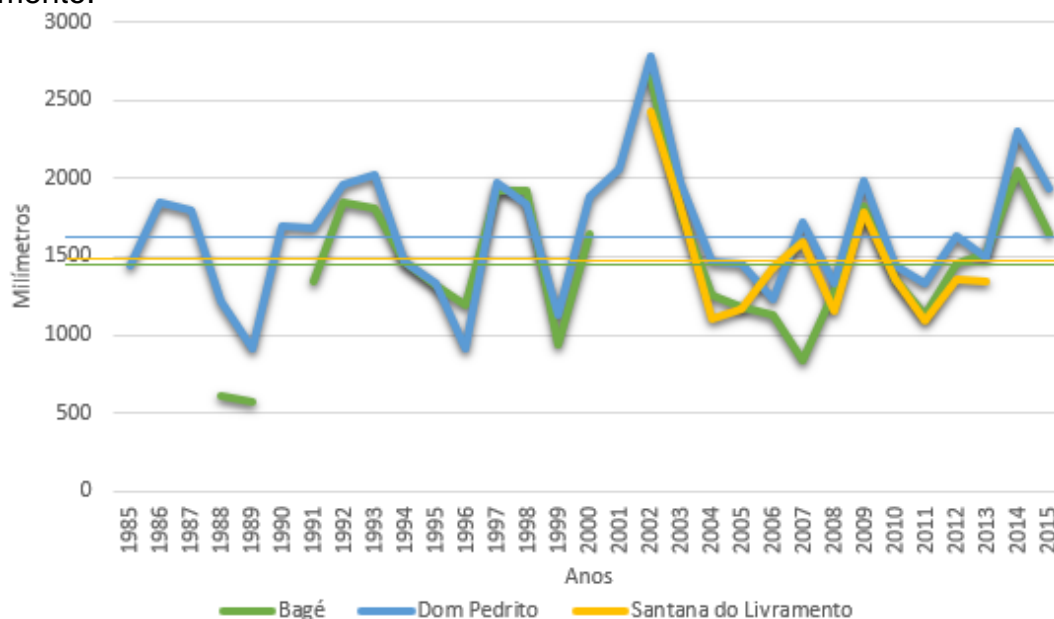
Ano	Bagé	Dom Pedrito	Sant'ana do Livramento	Fenômeno Climático	Vulcanismo
1985	n/c	1444,0	n/c	Neutro	Nevado de Ruiz
1986	n/c	1847,5	n/c	El niño moderado	n/c
1987	n/c	1800,0	n/c	El niño forte	n/c
1988	606,5	1212,0	n/c	La niña forte	n/c
1989	566,0	912,0	n/c	Neutro	Mont Reboudt – EUA
1990	n/c	1692,5	n/c	Neutro	n/c
1991	1345,2	1677,5	n/c	El niño moderado	Pinatubo-Indonésia
1992	1841,5	1966,0	n/c	Neutro	n/c
1993	1808,6	2022,5	n/c	Neutro	n/c
1994	1472,6	1471,0	n/c	El niño moderado	n/c
1995	1315,3	1325,5	n/c	La niña fraco	n/c
1996	1185,7	912,5	n/c	Neutro	n/c
1997	1926,0	1972,0	n/c	El niño forte	Soufriere Hills
1998	1922,6	1832,0	n/c	La niña moderado	n/c
1999	943,7	1128,0	n/c	La niña forte	n/c
2000	1640,5	1880,0	1595,3	La niña fraco	n/c
2001		2066,5	n/c	Neutro	n/c
2002	2648,0	2787,0	2430,0	El niño moderado	Reventador Equador
2003	1796,9	1977,5	1819,0	Neutro	n/c
2004	1253,0	1466,0	1097,6	El niño fraco	Papua-Nova Guiné
2005	1174,8	1457,0	1159,5	La niña fraca	n/c
2006	1123,1	1223,5	1427,5	El niño fraco	Papua-Nova Guiné
2007	839,2	1714,5	1597,6	La niña moderado	n/c
2008	1281,4	1326,5	1154,5	La niña fraco	Kasatochi-EUA/Chaiten-Chile
2009	1819,5	1989,0	1783,5	El niño moderado	n/c
2010	1349,7	1437,0	1352,0	La niña forte	n/c
2011	1126,6	1325,5	1084,0	La niña fraco	Pueyehue-Cordón (Chile)
2012	1459,0	1627,5	1351,6	El niño moderado	n/c
2013	1517,6	1489,5	1338,0	El niño moderado	n/c
2014	2054,2	2298,5	n/c	El niño fraco	Indonésia e Japão
2015	1640,0	1932,5	n/c	El niño forte	Calbuco (Chile)

Fonte: Autora (2017)

Podemos observar, com base nos dados obtidos, que em 22 dos 26 anos em que podem ser comparados os índices entre as duas cidades, choveu mais em Dom Pedrito do que em Bagé. Dos 13 anos em que foram obtidos dados sobre a quantidade de chuva de Santana do Livramento, identificamos que, em comparação, apenas em 2006 foi registrado um total anual menor no município de Dom Pedrito. Em anos de maior índice de chuvas, ouve a predominância do fenômeno El Niño, com intensidade forte. Como observado na Figura 3, tanto no verão quanto no inverno o El Niño propicia clima mais chuvoso na região analisada. Em anos menos chuvosos, predominou o fenômeno La Niña, com intensidade fraca. Para a região, segundo o INPE, espera-se em períodos de La Niña um clima mais seco no inverno e temperaturas mais baixas no verão. No intervalo analisado, verificamos treze anos de El Niño, dez anos de La Niña e oito anos com efeitos neutros.

O quadro indica que não há um padrão diretamente relacionado entre o ciclo de chuvas da região onde se localizam as três cidades analisadas e os efeitos de atividades vulcânicas, ocorridas tanto no continente sul-americano quanto nos demais territórios. Este dado corrobora a afirmação de Furtado e Góss (2008) sobre a atividade vulcânica ter influência mais diretamente sobre as temperaturas. Pode-se, assim, dizer que a intensidade dos fenômenos El Niño / La Niña é a principal variável que influencia o fluxo de chuvas nas localidades consideradas pelo estudo. A seguir, apresentaremos um gráfico com base nos dados do Quadro 2.

Figura 3 – Gráfico dos índices pluviométricos de Bagé, Dom Pedrito e Santana do Livramento.



Fonte: Autora (2017)

A partir deste gráfico, foi verificado no município e região uma pluviometria média anual de 1651 mm/ano em Dom Pedrito, de 1448 mm/ano em Bagé e de 1476 mm/ano em Santana do Livramento. Nas três cidades o ano mais chuvoso foi 2002. Apesar de ter sido classificado como um ano de El Niño de intensidade moderada foi ano em que também ocorreu a erupção do vulcão Reventador, no Equador, o que impactou a temperatura na região equatorial da América do Sul. O aumento de chuvas neste ano reforça a teoria de Nobre (2014), sobre os cinturões com clima desértico. Se de fato o vulcão na região equatorial impactou o índice de chuvas na fronteira do Brasil e Uruguai é devido à dinâmica chamada como rios atmosféricos, por Newell e Newell (1992) e como rios aéreos, por Spracklen (2012).

Analizamos dados de 2011 a 2015, conforme o Quadro 3, originados pela estação meteorológica da Estância Guatambu, a 60 km de distância da fronteira com o Uruguai. As duas localidades onde foram coletados os índices pluviométricos ficam distantes entre si cerca de 30 km em linha reta.

Quadro 3 - Comparativo do índice pluviométrico em Dom Pedrito (Milímetros/mm)

Ano	Estação Guatambu	Distrito Upacarái
2011	1069,0	1325,5
2012	1916,6	1627,5
2013	1382,0	1489,5
2014	2066,6	2289,5
2015	2186,6	1932,5

Fonte: Autora (2017)

Ao comparar o total anual captado nas duas localidades, podemos inferir que, devido à vasta extensão territorial do município, a distribuição de chuvas em Dom Pedrito pode oscilar em até 300 mm/ano, mas ainda assim, apresenta pluviosidade elevada quando comparado a Bagé e Sant'ana do Livramento.

4.2 O cultivo de eucalipto e a formação de chuvas na fronteira de Brasil e Uruguai

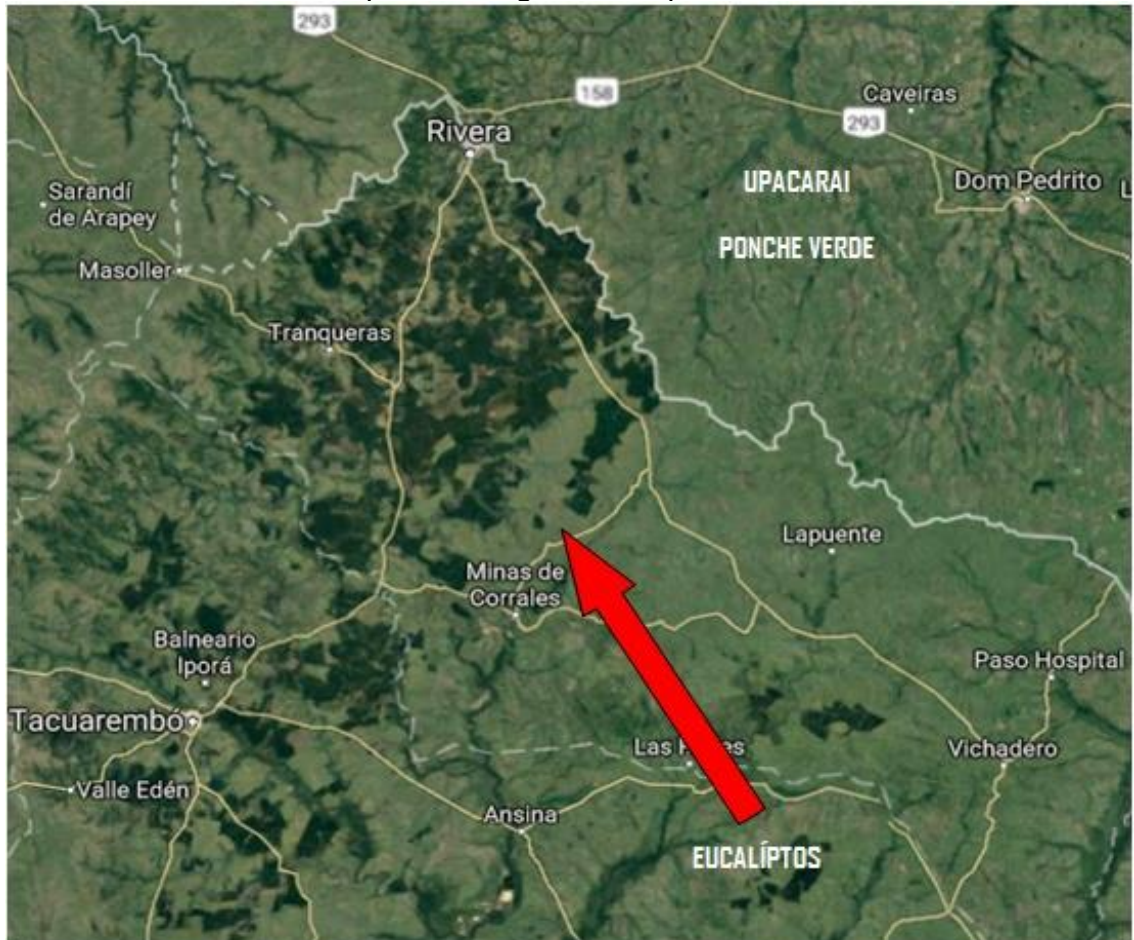
Eucalipto (do grego, *eu* + *καλύπτω* = “verdadeira cobertura”) é a designação vulgar das diferentes espécies vegetais do gênero *Eucalyptus*, da família das mirtáceas, que engloba outros 130 gêneros. Nesta seção do trabalho, focaremos na área de plantação de eucalipto do município uruguaio de Rivera, que começou a ser introduzida em meados dos anos 1980.

Atualmente, na fronteira do sul do Brasil com o Uruguai, grande parte dos campos nativos está sendo convertida em lavouras arbóreas. Diante da expansão desta monocultura, disseminaram-se críticas e debates sobre os impactos ambientais, entre eles a diminuição da disponibilidade de água, tendo em vista seu alto consumo pela planta. Segundo Santos e Trevisan (2009), a perda da capacidade de reservas hídricas (áreas úmidas, banhados e mananciais) pode ocorrer devido à interceptação da água das chuvas e por taxas elevadas de transpiração vegetal, comuns no cultivo de eucalipto. Em relação ao campo nativo, a água consumida pela vegetação durante estiagens é reduzida, bem como a perda de água por transpiração, uma vez que espécies campestres nativas desenvolvem especializações e adaptações ao clima, como, por exemplo, o engrossamento de raízes e bulbos, revestimento de cera nas folhas, desenvolvimento de sistema de enrolamento ou fechamento das folhas. Portanto, a economia de água pelas plantas nativas faz com que grande parte da água da chuva não seja utilizada e penetre no solo, reabastecendo os reservatórios subterrâneos e alimentando banhados, riachos, rios e o lençol freático.

Vários modelos de manejo de silviculturas podem resultar em distintos impactos no meio ambiente, como explicado por Vital (2007). Segundo o autor, durante a colheita, se forem deixadas no local partes da árvore como galhos, folhas e cascas, uma porção de nutrientes absorvidos pela árvore é devolvida ao solo. Com a manutenção dessa matéria orgânica é possível inclusive promover a redução da erosão. Portanto, com base nos estudos técnicos da área de engenharia florestal sobre silvicultura, as empresas do setor florestal são encaminhadas a fazer plantações em forma de mosaicos, alternando faixas de floresta plantada com vegetação nativa, assim chamada de corredores ecológicos.

Para melhor aproveitamento do solo, a silvicultura de eucaliptos viabiliza outras formas consorciadas de produção, podendo ser introduzidos o cultivo de diferentes grãos, no estágio inicial da floresta, e também a criação de gado em meio às plantações com maior espaçamento entre as árvores. Este modelo de consorciação é observado na localidade uruguaia na qual damos foco nesta pesquisa. Apresentamos na Figura 4 de satélite onde é possível visualizar, em verde mais forte, a área de plantação de eucalipto, bem como enquadrar a distância, em linha reta, de cerca de 85 km entre Rivera e Dom Pedrito.

Figura 4 - Monocultura de eucalipto no Uruguai, vista por satélite.



Fonte: Google Maps. Disponível em <<https://www.google.com.br/maps/@-31.1854512,-55.6686314,157378m/data=!3m1!1e3>> Acesso em 06/11/2017.

O cultivo de silvicultura não é contínuo, sendo inclusive consorciado com espaço para pecuária. Também há plantações novas, de rebrota, nem toda área é cultivada com Eucalipto/Pinus. Podemos identificar estas características Figura 5 a seguir, fotografadas do plantio de eucaliptos.

Figura 5 - Lavoura de eucalipto, Rivera/Uruguai.



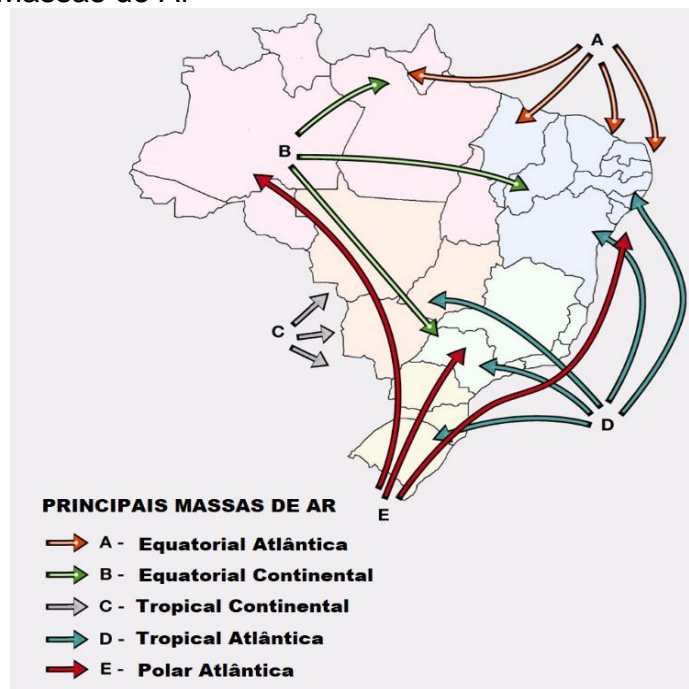
Fonte: Autora (2017)

Sobre a hipótese de a silvicultura agir como uma barreira de correntes de ar para formação de chuvas foi evidenciado que há espaços entre blocos de plantações de eucalipto por onde o vento pode adentrar, além desse fato podemos considerar que a altura média dos talhões é de cerca de 20-25 m, portanto baixa para influenciar frentes frias e outros deslocamentos atmosféricos. O vento de superfície é produzido pela oscilação de temperatura e de pressão no ambiente, provocando o deslocamento horizontal do ar. Para entendermos a dinâmica da cobertura vegetal da superfície com a formação de chuva, a pesquisa de Reboita e al. (2012) explica que a superfície dos solos absorve energia proveniente do sol, e por sua vez reemite energia com intensidade menor do que a recebida. Os dióxidos

de carbono e o vapor d'água não são capazes a captar a energia solar, mas a absorvem através da reemissão pela superfície, promovendo o aquecimento da troposfera, que é a camada mais próxima ao solo. A densidade atmosférica, dada pela quantia de elementos que constitui a atmosfera por unidade de volume, diminui com a altura, devido à gravidade. Em virtude desta diferença de densidade em relação a altitude, podemos diferenciar massas de ar quente e massas de ar frio. A zona onde ocorrem o choque entre as duas massas corresponde aos sistemas frontais. A formação de frentes frias faz com que as massas de ar frio forcem as massas de ar mais quente a subir, que por sua vez são menos densas. Este movimento é capaz de formar nuvens e chuvas. Quando uma frente fria avança, ela é seguida por uma massa de ar frio que tende a diminuir as temperaturas do ambiente, logo a precipitação cessa e o tempo geralmente fica ensolarado, já que a massa de ar frio, por ser densa e seca, desfavorece a formação de nuvens.

A área em que analisamos, em Rivera, no Uruguai, faz parte da rota que encaminha uma das principais massas de ar para o continente sul-americano, como é demonstrado na Figura 6 abaixo:

Figura 6 - Principais Massas de Ar



Fonte: Autora (2017)

Assim sendo, um bloqueio desta massa de ar ocasionaria mudanças do fluxo de chuvas em pelo menos três direções no Brasil. Geograficamente, Rivera se encontra em região de planícies entre 200 e 250 metros acima do nível do mar, o

que leva a afirmar que não tem altitude e topografia que possam servir como barreira natural de correntes de ar que possibilite chuvas orográficas, que não avançariam ao continente. Estudos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) apontam que em locais, como a Serra da Mantiqueira, com a introdução da monocultura de eucalipto, houve modificação nas trocas de energia entre a superfície e a atmosfera na região montanhosa, alterando o padrão de circulação de vento devido à altura da árvore. No entanto o caso se deu em relação ao formato geológico do ambiente. Segundo Volpe e Schöffel (2001), “ventos soprando sobre topografias montanhosas ou onduladas, com declividade superior a 8%, agem diferentemente de ventos soprando sobre superfícies relativamente planas” (VOLPE E SCHÖFFEL, 2001).

Logo, podemos afirmar que a interação que ocorre nas silviculturas se dá com os ventos superficiais, para os quais a plantação das árvores pode ser considerada como um dispersador. No entanto, as condições climáticas necessárias para a ocorrência de chuvas requerem um sistema mais abrangente que apenas ventos superficiais, como é o caso dos processos de deslocamento e choques de frentes frias e quentes, e massas de ar que as seguem.

Desta maneira, passaremos a verificar se as alterações climáticas observadas em Dom Pedrito estão relacionadas com as transformações antropogênicas do solo na região.

Por volta da década de 1970, começou o cultivo de lavouras orizícolas em Dom Pedrito. Essa cultura requer principalmente um solo plano, de várzea. O campo nativo, da época anterior à introdução da agricultura na região, era formado por muitos banhados, que são áreas úmidas, de forma permanente ou por longos períodos de tempo. Os banhados foram considerados ambientes insalubres e improdutivos. Logo, para preparar adequadamente esse solo para o plantio, tiveram que drenar esses banhados, para permitir assim o acesso de maquinários ao trabalho. Os banhados têm grande importância no controle de cheias, por estarem em regiões mais baixas, recebem muita água. Com vegetação densa essa água é represada, sendo liberada de forma lenta. A seguir, observaremos a Figura 7 que caracteriza um banhado.

Figura 7 – Banhado



Fonte: Leonardo Deble

Os banhados e lagos normalmente se encontram em áreas côncavas e com baixa capacidade de drenagem, sendo capazes de reter umidade por longos períodos esses ambientes quando alterados deixa de ter esta estruturação perdendo a capacidade de armazenamento, sendo mais suscetível ao armazenamento superficial. Quando há estiagem, o banhado retém muita água, que libera aos poucos garantindo assim os recursos hídricos para a fauna e flora e todo o ambiente próximo a esse ecossistema.

As lavouras foram se expandindo e a vegetação natural cedeu espaço às culturas de trigo, arroz, soja e pastagens artificiais, alterando assim grande parte do ecossistema. À medida que o solo é trabalhado, ou seja, a terra arada, ele passa a compactar-se, tornando-se assim difícil de absorver a água da chuva, e a umidade do solo é superficial. O consumo de água no plantio de Eucaliptos, por exemplo, não é diferente de outras culturas, como de arroz e soja, onde a demanda é maior na fase de crescimento que é a fase de intensa produção de biomassa. Estudos referentes ao consumo de uma árvore adulta revelam que no caso de chover 1500 mm/ano, ela absorve 70% desse valor. Há perdas por interceptação, como por exemplo nos casos de haver a evaporação da água retida na copa das árvores, bem como a absorção pelo solo, que abastece as águas subterrâneas. A implantação de novas espécies altera a dinâmica de absorção de água no solo, reduzindo a umidade e impactando nas condições necessárias para a distribuição das chuvas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho fundamentou-se no debate das transformações ambientais da atualidade, em meio a um cenário de aquecimento global e dificuldade de gerenciamento dos recursos naturais. Evidentemente, nos deparamos com interesses econômicos que contrariam as orientações que visam à utilização sustentável da natureza. No entanto, foram desenvolvidas técnicas de manejo ambiental que acabaram por ser incorporadas às atividades econômicas. A silvicultura é capaz de conciliar a larga escala de produção com processos que causem o menor dano possível ao ecossistema. No senso comum, entretanto, gerou-se certa aversão contra o cultivo de espécies, como é o caso do eucalipto, sobre o qual recaem acusações de enfraquecimento do solo, consumo excessivo de água e bloqueio de ventos de formação de chuva. Porém, nesta pesquisa foram demonstrados elementos que contrariam estes pressupostos. Podemos afirmar que o manejo correto do eucalipto após a colheita é capaz de restituir parte dos nutrientes do solo. Da mesma forma, sustentamos que o eucalipto tem um consumo comparável às demais árvores de sua envergadura, que, aliás, não é motivo para bloqueio das frentes frias e massas de ar, responsável por grande parte das chuvas no Rio Grande do Sul. Recai inegavelmente sob o Eucalipto a transformação da paisagem de campestre para florestal e da substituição da cobertura autóctone pela silvicultura. Identificamos também que o índice das chuvas na região está fortemente relacionado com as ocorrências de El Niño e La Niña, respondendo aos efeitos esperados de ambos os fenômenos. E, por fim, em vista das transformações para adaptar o ambiente às atividades agrícolas e silviculturais em grande escala, com fins econômicos, o homem impactou na configuração do solo. Podemos inferir que a cobertura de vegetação natural, que através de suas raízes absorve a água e concentra mais umidade, mantém o solo úmido por mais tempo. Esta umidade, quando reduzida devido à perda de capacidade de armazenamento no solo, pode comprometer a capacidade de drenagem e escoamento do solo desse modo mesmo chovendo a água escoar mais rápido e não penetra no solo, não ficando disponível para o ambiente.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários.** Paleoclimas, Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, p. 1-17, 1977.
- BURIOL, G. A., et al.. Cartas mensais e anuais das temperaturas médias, das médias das temperaturas máximas e das médias das temperaturas mínimas do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista do centro de Ciências Rurais.** Santa Maria, v.9, p 1-43, 1979.
- BAUERMANN, S.G., BEHLING, H., MACEDO, R.B.. **Biomias regionais e evolução da paisagem no Rio Grande do Sul com base em paleopalinologia.** Porto Alegre, 2009.
- CALHEIROS, R. V. e P. L. SILVA DIAS. **Como prever melhor.** Climanálise, São Paulo, vol. 3, 31-32, 1988.
- CARVALHO, J.O.P. **Anelagem de árvores indesejáveis em floresta tropical densa na Amazônia.** Belém, EMBRAPA/CPATU, 11p., 1981.
- CONSENS, M. **Prehistoria del Uruguay: realidad y fantasía.** Montevideo: Del Sur Ediciones, p.194, Montevideo, Uruguai, 2009.
- CONTI J. B. **Considerações sobre mudanças climáticas globais.** Revista do Departamento de Geografia, USP v. 16, São Paulo, 2000.
- CRUZ, R. C., GUADAGNIN, D. L. Uma pequena história ambiental do Pampa: proposta de uma abordagem baseada na relação entre perturbação e mudança In: A sustentabilidade da Região da Campanha-RS: **Práticas e teorias a respeito das relações entre ambiente, sociedade, cultura e políticas públicas.** UFSM, PPG Geografia e Geociências, Dep. de Geociências, Santa Maria, p. 155-179, 2010.
- FIDELIS, A. C.; LIMA, J. D. Impactos ambientais da silvicultura no bioma cerrado. **Anais V Simpósio. Nacional de Geografia Agrária.** Niterói, p. 1-11, 2009.
- FURTADO, C. I. L., GÓSS, J. P. N., **Variações Climáticas Naturais.** Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.
- GUTZLER, D.; LETTENMAIER, D.; MARENGO, J.; MECHOSO, C. R.; NOGUES-PAEGLE;. SILVA DIAS, P. L; ZHANG, C. **Toward a Unified View of the American Monsoon Systems.** *Journal of Climate*, v. 19, p. 4977-5000, Buenos Aires, 2006. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/dom-pedrito/historico>> Acesso em: 16 out. 2017.
- IBGE. **Malha municipal digital do Brasil,** 2001, Rio de Janeiro. 2001.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em:
<<http://www.inmet.gov.br/portal/>>

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2001: the scientific basis** IPCC WG I TAR. Cambridge University - Cambridge. Press. pp.881, 2001.

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. **Atlas Agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul**. Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 102p. (v.1), Porto Alegre, 1989.

JACÓBSEN L. O. FONTANA, D. C. SHIMABUKURO, Y. E. Efeitos associados a El Niño e La Niña na vegetação do Estado do Rio Grande do Sul, observados através do NDVI/NOAA. **Revista brasileira de meteorologia**. Brasília. Vol. 19, n. 2, p. 129-140, 2004.

KERN, A. **Paleopaisagens e povoamento pré-histórico do Rio Grande do Sul**. In: KERN, A. (Org.). Arqueologia pré-histórica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Mercado Aberto, p. 13 – 88, 1997.

KOUSKY, V. E.. Pentad outgoing longwave radiation climatology for the South American sector. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 217-231, 1988.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G.A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**, v.2, p.171-182, 2001.

MAFRA, J. W. A. **Existência de conflitos entre princípios constitucionais na implantação das Reservas Legais e das Áreas de Preservação Permanente**. Mestrado em Meio Ambiente e Sustentabilidade. Dissertação. UNEC. Caratinga, 2009.

MARENGO, J. A. et al. **Caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2007.

MASSON V, et al. **Holocene climate variability in Antarctica based on 11 ice-core isotopic records**. Quaternary Research, 54 (3): p. 348-358. 2000.

MELO, M. L. Mudanças climáticas sobre a vegetação do nordeste brasileiro no período do holoceno médio. **I Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro** Campina Grande-PB. 2015.

MENDONÇA, F. A. Aquecimento global e suas manifestações regionais e locais: Alguns indicadores da região Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**, Presidente Prudente, v. 2, p. 71-86, 2007.

MOLION, L. C. B. **Climatologia da Região Amazônica: Mecanismos de Precipitação**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 2, p. 107-117, 1987.

MOLION, L. C. B. **Considerações Sobre O Aquecimento Global Antropogênico.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 29, p. 7-18, 2008.

MULLER, S.; WENZKE, U.; STUVEN, M. M. **Manejo de los Bosques para la Mitigación del Efecto Invernadero.** Instituto Florestal, Chile, 2011.

NETO, J. L. e ZAVATINI, J. A. **Variabilidade e Mudanças Climáticas: implicações ambientais e socioeconômicas.** Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá, p. 17-2001, 2000.

NEWELL, R., NEWELL, N.. **Tropospheric Rivers? - A Pilot Study.** Geophys. Res. Lett. 12, 2401–2404, 1992.

NIMER, E. **Climatologia da Região Sudeste do Brasil: Introdução à Climatologia Dinâmica - Subsídios à Geografia Regional do Brasil R. Bras. Geog., Rio de Janeiro, 34(1) :3-48 jan./mar. 1972.**

NIMER, E. **Ensaio de um novo método de classificação climática.** Contribuição à climatologia intertropical e subtropical, especialmente do Brasil. Boletim Geográfico, Rio de Janeiro, ano 31, nº 227, p. 141-153, mar./abr. 1972.

NOBRE, A. D., **O futuro climático da Amazônia: relatório de avaliação científica.** São José dos Campos, SP: ARA: CCST-INPE: INPA, 2014.

NOBRE, B. A., LEITE, B. E. Monocultura do eucalipto, impacto ambiental e conflito na bacia do Canabrava, no norte de Minas Gerais. **Revista VITAS – Visões Transdisciplinares sobre Ambiente e Sociedade.** Nº 4, out. 2012.

NOBRE, P. et al. **Seasonal-to-decadal predictability and prediction of South American climate.** Journal of Climate, v. 19, p. 5988-6004, 2006. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/10683>>

PINHEIRO DE MELO, P., **A transição do pleistoceno ao holoceno no Parque Nacional Serra da Capivara - Piauí - Brasil: uma contribuição ao estudo sobre a antiguidade da presença humana no sudeste do Piau.** 2007. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em História, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

PINTO JÚNIOR, J. E.; AHRENS, S. **Aspectos socioeconômicos, ambientais e legais da eucaliptocultura.** Embrapa Florestas. Sistemas de Produção, 4. (ISSN 1678-8281 Versão Eletrônica). Brasília, 2010.

ROSSATO, M. S. **Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia.** Porto Alegre, 2011.

ROSS, J. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento.** São Paulo. 1990.

SALATI, E., DALL'OLIO, A., MATSUI, Gat, J.R.. **Recycling of Water in the Amazon Basin: An Isotopic Study.** Water Resour. Res. 15, 1250–1258, 1979.

SARTORI, M. G. B. **A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico.** Disponível em:

<<http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/187/171>>

SANT'ANNA NETO, J. L. **Clima e Organização do espaço.** Boletim de Geografia, Maringá, v.16, p. 119-131, 1998.

SPRACKLEN, D.V., ARNOLD, S.R., TAYLOR, C.M.. Observations of increased tropical rainfall preceded by air passage over forests. **Nature**, 489, 282–5, 2012.

TATSCH, J. D. **Uma análise dos fluxos de superfície e do microclima sobre cerrado, cana-de-açúcar e eucalipto, com implicações para mudanças climáticas regionais** Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, University of São Paulo, São Paulo, 2006. doi:10.11606/D.14.2006.tde-14012010-162204. Acesso em: 26 ago. 2017.

VALVERDE, S. R. et al. **Silvicultura brasileira: Oportunidades e desafios da economia verde.** Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável – FBDS, Rio de Janeiro, 2012.

VERA, C.; HIGGINS, W.; AMBRIZZI, T.; AMADOR, J.; GARREAUD, R.; GOCHIS, D.; REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.2, 185 - 204, São Paulo, 2010.

VOLPE, C.A.; SCHÖFFEL, E.R. **Quebra-vento.** In: RUGGIERO, C. Bananicultura, Jaboticabal, FUNEP, p.196-211, 2001.

ZÚÑIGA, A. O.; CARMONA, R. I.. **Aportes de los bosques plantados a la mitigacion del cambio climático.** Instituto Florestal, Chile, 2011.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; GARRASTAZU, M. C.; ALMEIDA, I. R.; CARAMORI, P. H.; RADIN, B.; MATZENAUER, R.; BRAGA, H. J.; REISSER JÚNIOR, C.; HERTER, F. G.; PRESTES, S. D.; CUNHA, G. R.; MALUF, J. R. T.; CAVIGLIONE, J. H.; PANDOLFO, C. **Atlas climático da Região Sul do Brasil. Região Sul do Brasil.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2011.

GLOSSÁRIO

AEROSSOIS- É um material constituído de pequenas partículas sólidas ou líquidas em suspensão no ar.

ALBEDO DO PLANETA TERRA- Representa a fração de radiação eletromagnética solar incidente da Terra que é refletida para o espaço.

ATIVIDADES ANTRÓPICAS- São todas aquelas recorrentes da ação humana.

CONDIÇÕES ESTÉPICAS- São vegetações tropicais com formação semi-xenofítica.

CONSORCIAÇÃO DE CULTURAS- É uma técnica agrícola de conservação que visa um melhor aproveitamento do solo a longo prazo. Consiste na plantação de espécies diferentes próximas umas das outras. As espécies escolhidas proporcionam, entre si, vantagens recíprocas.

EL NIÑO- É um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no Oceano Pacífico Tropical. Altera o clima regional e global, mudando os padrões de vento a nível mundial, afetando assim, os regimes de chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias. Possui alterações significativas de curta duração.

EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL- É a flutuação interanual da pressão atmosférica ao nível do mar no Oceano Pacífico, devido a variação na circulação atmosférica.

ENDEMISMO- Fenômeno no qual uma espécie ocorre exclusivamente em determinada região geográfica.

FITOFISIONOMIAS- Característica da vegetação que se encontra em determinado lugar. Particularmente vegetal ou a flora típica da região.

GEÓFITAS- É um termo botânico que se refere a espécies vegetais que permanecem subterrâneas durante a época desfavorável para seu crescimento.

HEMICRIPTÓFITAS- Espécie vegetal que na estação desfavorável, se reduz somente a parte subterrânea e que em condições ambientais favoráveis desenvolve novos órgãos aéreos.

JUSANTE- É o sentido da correnteza num curso de água.

LA NIÑA- É um fenômeno natural que, oposto ao El Niño, consiste na diminuição da temperatura da superfície das águas do Oceano Pacífico Tropical Central e Oriental. Assim como El Niño, sua ocorrência gera uma série de mudanças significativas nos padrões de precipitação e temperatura ao redor da Terra.

MONÇÃO- É a designação dada aos ventos sazonais em geral associados à alternância entre a estação das chuvas e a estação seca, que ocorrem em grandes áreas das regiões costeiras tropicais e subtropicais.

PLANTAS VASCUARES- São vegetais com tecidos vasculares especializadas no transporte de água e seiva que alimentam suas células. Tais estruturas estão presentes em ervas, arbustos e árvores.

RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA- É um conjunto de ondas elétricas e magnéticas. Praticamente toda a troca de energia entre a Terra e o resto do universo ocorre por radiação. É a única que pode atravessar o relativo vazio do espaço.

TALHÕES- Porção de terreno entre dois regos ou sulcos destinados ao cultivo.

TEMPERATURA SUPERFICIAL DO MAR- É a temperatura da água na superfície. Sendo que o significado de superfície depende do método de medição. Ela poderá variar de uma fina camada para uma camada maior, em torno de um metro.

TERRACEAMENTO- É uma técnica agrícola e geográfica de conservação do solo, destinada ao controle de erosão hídrica, utilizada em terrenos muito inclinados.

VENTOS ALISIOS- São o resultado da ascensão de massas de ar que convergem de zonas de alta pressão, nos trópicos, para zonas de baixa pressão no Equador, formando um ciclo.

ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL- Definida como uma banda de nebulosidade e precipitação com orientação noroeste-sudeste que se estende desde o sul e o leste da Amazônia até o sudoeste do Oceano Atlântico Sul. Principal sistema de grande escala responsável pelo regime de chuvas sobre as Regiões Sul e Sudeste do Brasil durante os meses de primavera e verão.

ZONA DE CONVERGÊNCIA INTERTROPICAL- São sistemas meteorológicos que tem forte influência sobre o tempo e o clima e se caracterizam por ser uma interação entre eventos meteorológicos das latitudes médias e tropicais.