

POSSIBILIDADES DE MUDANÇA: MOVIMENTOS QUE PODEM INVERTER O ATUAL ESTÁGIO DE DECLÍNIO DAS ARAUCÁRIAS NO BRASIL. PÚBLICO, POPULAR E PESQUISA

POSSIBILITIES FOR CHANGE: MOVEMENTS THAT CAN REVERSE THE CURRENT STAGE OF DECLINE OF ARAUCARIAS IN BRAZIL. PUBLIC, POPULAR, AND RESEARCH

PEDRO AUGUSTO RESENDE RIMOLI

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus Marechal Cândido
Rondon
pedro.rimoli@yahoo.com.br

ROMILDA DE SOUZA LIMA

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus Marechal Cândido
Rondon
romilda.lima@unioeste.br

Resumo: A *Araucária angustifolia*, também conhecida como pinheiro-do-paraná, é uma espécie de árvore conífera nativa do Brasil, especialmente encontrada na região Sul do país. Reconhecida por sua imponência e valor cultural, a Araucária desempenha papéis fundamentais na manutenção da biodiversidade, na regulação do clima e na economia regional, especialmente através da produção de pinhões, suas sementes comestíveis. Entretanto, a araucária enfrenta uma série de desafios que ameaçam sua sobrevivência. A exploração madeireira descontrolada, a conversão de áreas florestais para fins agrícolas e pastoris, juntamente com a fragmentação do habitat, contribuíram para a redução significativa das populações de Araucária. Além disso, a alta perecibilidade de suas sementes e sua suscetibilidade a infestações por pragas e fungos durante o armazenamento representam obstáculos adicionais para sua conservação. Diante desse cenário preocupante, torna-se imprescindível buscar soluções eficazes para reverter o declínio das populações de araucária. Investimentos em pesquisa científica são essenciais para a compreensão dos processos ecológicos envolvidos e para o desenvolvimento de estratégias de conservação baseadas em evidências. Além disso, é necessário o estabelecimento de políticas públicas que promovam a proteção ambiental, a implementação de práticas agrícolas e florestais sustentáveis, bem como o engajamento ativo da sociedade civil na conservação da araucária e de seus ecossistemas associados. Para isso, diversas soluções podem ser exploradas, incluindo o tratamento hidrotérmico das sementes, a enxertia para produção precoce, o uso de lodo de tratamento de efluentes como substrato para mudas, a conservação do pinhão por meio de armazenamento refrigerado, entre outras. Somente através de uma abordagem integrada e colaborativa será possível garantir um futuro sustentável para essa espécie icônica e para os ambientes que ela habita.

Palavras-chave: *Araucária angustifolia*, Conservação, Desafios, Pesquisa científica, Engajamento público.

Abstract: *Araucaria angustifolia*, also known as Parana pine, is a species of coniferous tree native to Brazil, especially found in the Southern region of the country. Recognized for its magnificence and cultural value, *Araucaria* plays fundamental roles in maintaining biodiversity, regulating climate, and regional economy, especially through the production of pinions, its edible seeds. However, *Araucaria* faces a series of challenges threatening its survival. Uncontrolled logging, conversion of forested areas for agricultural and pastoral purposes, along with habitat fragmentation, have contributed to significant reductions in *Araucaria*

populations. Additionally, the high perishability of its seeds and susceptibility to pest and fungal infestations during storage represent additional obstacles to its conservation. Given this worrying scenario, it is essential to seek effective solutions to reverse the decline of *Araucaria* populations. Investments in scientific research are essential for understanding the ecological processes involved and for the development of evidence-based conservation strategies. Moreover, the establishment of public policies promoting environmental protection, implementation of sustainable agricultural and forestry practices, as well as active engagement of civil society in *Araucaria* and associated ecosystems conservation are necessary. For this, several solutions can be explored, including hydrothermal treatment of seeds, grafting for early production, the use of effluent treatment sludge as substrate for seedlings, pinion conservation through refrigerated storage, among others. Only through an integrated and collaborative approach will it be possible to ensure a sustainable future for this iconic species and the environments it inhabits.

Keywords: *Araucaria angustifolia*. Conservation. Challenges. Public engagement.

Introdução

A espécie florestal nativa mais representativa das regiões frias e úmidas do sul e sudeste do país é a araucária. Com grande importância econômica, social e ambiental, destaca-se entre as espécies nativas do Brasil por ter um crescimento expressivo e um potencial genético elevado, além de possuir madeira de excelente qualidade. Os pinhões têm grande apreço na culinária local e são consumidos por várias espécies da fauna, incluindo a cutia (*Dasyprocta spp.*) e a gralha-azul (*Cyanocorax caeruleus*).

Esses animais, que armazenam alimentos, enterram os pinhões para se alimentarem posteriormente, desempenhando um papel crucial como dispersores, também compartilham do perigo que assombra a araucária, com redução de seus *habitats* e de sua disponibilidade de alimentos (Wrege *et al.* 2017). Apesar de seu importante papel na economia, na alimentação e na cultura brasileira, a araucária tem sofrido grande impacto das ações antrópicas no último século, reduzindo drasticamente sua presença no território brasileiro.

Nesse contexto, os remanescentes da Floresta com araucária, apesar de sua importância, não ultrapassam 7% da área original no Brasil, conforme destacado por Wrege *et al.* (2015). Encontrando-se na categoria de ameaça crítica em escala global (Thomas, 2013; IUCN, 2024), a araucária enfrenta tal classificação devido à sua localização restrita de *habitat*, resultado da intensa pressão antrópica, e está sujeita a uma substancial retração em sua distribuição. Além das dificuldades originadas pela antropização e fragmentação durante a exploração no século passado, novos desafios emergem com as mudanças climáticas globais. Isso ocorre, pois, tais mudanças favorecem a expansão de florestas vizinhas, compostas por espécies de folhagem mais

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 333-363, dez. 2024. ISSN 1981-4089 adaptadas ao clima mais quente, apresentando um desenvolvimento vegetativo e reprodutivo mais eficiente, como observado por Klein (1960, 1984).

O acréscimo na temperatura atmosférica global impacta negativamente no desenvolvimento das araucárias, Fritzsons & Wrege (2017) corroboraram a ideia de que as áreas onde os pinheiros são naturalmente mais prevalentes estão sempre relacionadas a altitudes a partir de 500 metros e a temperaturas baixas ou moderadas, evidenciando a predileção da espécie por ambientes frios. Em uma pesquisa adicional, Fritzsons *et al.*, (2018) categorizaram o estado do Paraná em quatro regiões climáticas distintas para a ocorrência dessa espécie, ressaltando que locais com maior oferta hídrica durante o inverno propiciarão uma maior adaptabilidade das árvores. Em uma análise diferente, Wrege *et al.* (2017) calcularam que, a longo prazo, o clima no Paraná tenderá a se tornar mais quente e seco, com muitas áreas onde a Floresta Ombrófila Mista ocorre, possivelmente se transformando em Floresta Estacional Semidecidual.

Atrelada ao fator climático, o desmatamento também é grande responsável pelo declínio populacional da araucária, com início da extração datada no final do século XIX, as Florestas Ombrófilas Mistas foram vistas e tratadas por muitos anos apenas como reserva de madeira. Nesse processo, não só a flora era destruída como a fauna nativa acabou por sofrer da mesma violência, perdendo seu *habitat* devido à destruição das florestas. Seguindo a linha de raciocínio, a população humana local também sofreu, perdendo cada vez mais o acesso ao pinhão, um alimento culturalmente importante, e economicamente vantajoso para vários grupos que se dispõem a coletá-lo para comercializá-lo (De Carvalho, 2006).

Para além das mudanças climáticas e do desmatamento exacerbado, resta ao homem a promoção de políticas públicas que busquem contornar esse cenário que parece cada vez mais irreversível. Um exemplo é área florestal do Estado do Paraná, que, conforme apontado por Maack (1968), indicava cerca de 83% da superfície original coberta por florestas, no entanto, essa extensão florestal já foi reduzida a aproximadamente 5% do território (Pires, 2003). Sobre essa questão, Milaré (2000) esclarece que a Constituição de 1988 reconheceu o meio ambiente como bem de uso comum do povo, conferindo-lhe a natureza de direito público subjetivo, ou seja, exigível e exercitável diante do próprio Estado, que, por sua vez, tem a responsabilidade de protegê-lo.

Sendo o Estado um dos responsáveis por criar políticas de incentivo a preservação das florestas de araucária, é importante ressaltar que uma possível política de preservação pode ser ligar a produção do pinhão, semente da araucária, à geração de renda. Danner *et al.* (2012) já defendia que o cultivo voltado para a produção de pinhão pode proporcionar uma receita superior à obtida com a madeira da araucária. Utilizar o interesse econômico do pinhão como uma estratégia eficaz para incentivar o plantio é uma abordagem que contribui para reduzir a exploração das araucárias remanescentes. Nesse contexto, qualquer técnica que ou aumente a produtividade, ou aumente a disponibilidade do pinhão por longos períodos é bem-vinda.

Portanto, o objetivo desse artigo é expor a situação atual das florestas de araucária no Brasil, abordando os desafios relativos à sua preservação, como a luta contra o desmatamento e os perigos do aquecimento global. É também importante ressaltar a responsabilidade de políticas públicas mais eficientes para a manutenção dessas florestas e sugerir soluções baseadas em avanços científicos, seja em novas técnicas de plantio, de reprodução, de divulgação e conservação do pinhão.

Estado atual das araucárias no Brasil

Nas próximas décadas, com as mudanças climáticas globais e o consequente aumento de temperatura, o que se hipotetiza é que, a longo prazo, as anomalias climáticas terão influência em regiões mais ao sul, tornando mais comum avistar a araucária em altitudes mais elevadas. Prevê-se um clima mais ameno e úmido nesses locais, atribuído, em parte, à expansão das florestas vizinhas, compostas por espécies folhosas tropicais, mais eficientes do que as espécies da Floresta Ombrófila Mista, que podem resultar em uma competição por recursos (Wrege *et al.*, 2017).

Essas alterações apontam para uma retração nas zonas propícias para a ocorrência da araucária, sendo essa retração também causada pela expansão das florestas vizinhas. Dependendo da quantidade e distribuição das chuvas resultantes das mudanças climáticas, novos ciclos de estresse podem surgir, indicando um possível comprometimento da sanidade e da saúde das árvores com baixa resiliência ambiental. A expectativa é de um aumento no risco de mortalidade desses indivíduos, em meio às transformações climáticas em curso (Faria *et al.*, 2019).

Outro ponto nocivo do aquecimento global está no aumento da intensidade das chuvas, concentrando-as em períodos cada vez mais curtos e gerando períodos de seca mais prolongados (Faria *et al.*, 2019). Essas secas podem acabar gerando danos físicos, que podem ser observados devido ao impacto da busca por água por parte dessas árvores, resultantes das chuvas que, se forem intensas e mal distribuídas, têm o potencial de causar danos. Acredita-se que as antigas araucárias possam experimentar estresse fisiológico em processos que levam à murcha e ao ressecamento das raízes e dos troncos, resultando na perda gradual de biomassa verde nas copas. O fenômeno conhecido como "murchas por ressecamento" foi descrito por Boyce (1948).

Os estados Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Paraná estão previstos para enfrentar consideráveis perdas em suas áreas potenciais de araucária nas próximas décadas, seguindo essa ordem de importância. Este cenário aponta para a necessidade de uma atenção especial à preservação dessas áreas, visto que a araucária desempenha um papel crucial em diversos ecossistemas locais, contribuindo para a biodiversidade e sustentabilidade ambiental (Wrege *et al.*, 2017).

Além disso, é fundamental destacar que as regiões serranas de maior altitude, situadas nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, também emergem como áreas prioritárias para a preservação. Essas localidades desempenham um papel crucial na manutenção do ecossistema da araucária e abrigam populações que dependem significativamente desse ambiente para seu modo de vida e subsistência (Wrege *et al.*, 2015).

Portanto, a preservação dessas áreas não se limita apenas à conservação da araucária em si, mas também representa uma medida estratégica para garantir a sobrevivência das populações locais. O impacto da perda desses ecossistemas não se restringe apenas ao aspecto ambiental, mas também afeta diretamente a qualidade de vida e a resiliência das comunidades que habitam essas regiões. Dessa forma, torna-se imperativo adotar estratégias e políticas de preservação que considerem não apenas a araucária como espécie isolada, mas também o ecossistema como um todo e as comunidades que dependem dele para seu sustento e bem-estar (Basso, 2010).

Além da evidente conexão entre a atividade humana e o aumento do aquecimento global, é crucial abordar também a relação prejudicial que o ser humano mantém com as florestas de araucária, especialmente aquelas que estão sendo sistematicamente

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 333-363, dez. 2024. ISSN 1981-4089 desmatadas. As motivações para esse desmatamento são diversas, com a exploração madeireira, expansão de áreas para cultivo e criação de pastagens emergindo como as principais causas. No entanto, tais ações resultam apenas em uma restrição cada vez maior dos espaços e biomas essenciais para proporcionar condições de vida e sustentabilidade para as araucárias (De Carvalho, 2006).

O desmatamento contínuo compromete não apenas as árvores individualmente, mas também todo o ecossistema que as abriga. O impacto se estende desde a degradação do solo até a perda significativa da biodiversidade associada às florestas de araucária. Além disso, a busca incessante por madeira e a expansão descontrolada das áreas agrícolas contribuem para a fragmentação do *habitat*, tornando mais difícil para as araucárias se regenerarem naturalmente (Basso, 2010).

Uma reflexão necessária recai sobre a importância das araucárias não apenas como elementos fundamentais para o equilíbrio ambiental, mas também como agentes essenciais na mitigação das mudanças climáticas. O desafio é conciliar o desenvolvimento humano com a preservação consciente desses ecossistemas, promovendo práticas sustentáveis que permitam a coexistência harmônica entre as necessidades da sociedade e a preservação das riquezas naturais, como as florestas de araucária (Gonçalves, 2004).

A preservação da biodiversidade das florestas de araucária, especialmente da *Araucaria angustifolia*, é de extrema importância para o equilíbrio e a própria sustentabilidade dessas florestas. O estudo conduzido por Baretta *et al.*, (2010), destaca a relevância da fauna edáfica nesse contexto, ressaltando sua contribuição vital nos processos ecológicos, tais como a decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e aeração do solo.

A Floresta Ombrófila Mista, por sua vez, é uma peça-chave no cenário ecológico, econômico e paisagístico, sendo a *Araucaria angustifolia* uma espécie particularmente vulnerável à extinção (Brocardo & Cândido Júnior, 2012). Diante desse cenário crítico, torna-se urgente a implementação de mudanças no manejo dessas florestas.

A busca pela compreensão da relação entre a comunidade de organismos da fauna do solo e os processos ecológicos na conservação da Floresta de Araucária, é de suma importância. A hipótese de que o impacto antrópico pode afetar a abundância e diversidade da fauna do solo, com variáveis ambientais como propriedades químicas,

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 333-363, dez. 2024. ISSN 1981-4089
físicas e microbiológicas do solo explicando essas alterações, ressalta a necessidade de uma abordagem mais cuidadosa no manejo dessas florestas Crotty *et al.* (2015).

A avaliação do potencial da fauna edáfica e das variáveis ambientais na discriminação entre florestas com araucária nativa e reflorestada representa um passo significativo na identificação de indicadores de qualidade do solo. Esses indicadores não apenas refletem a saúde do solo, mas também a vitalidade e sustentabilidade da Floresta de Araucária como um todo (Rousseau *et al.*, 2013).

Em síntese, diante da extrema vulnerabilidade dessa espécie e da importância da fauna edáfica na manutenção da biodiversidade do solo, é imperativo que sejam implementadas mudanças urgentes no manejo das florestas de araucária. A preservação dessas áreas não apenas garante a sobrevivência de uma espécie ameaçada, mas também sustenta a integridade ecológica e a qualidade dos ecossistemas associados (Pereira *et al.*, 2020).

Em suma, a maior parte da causa da diminuição das florestas de araucárias está relacionada à influência humana direta, através do desmatamento, queimadas e pela exploração madeireira ou indiretamente, o aquecimento global que consequentemente altera a disponibilidade de água e eleva a temperatura média regional, tornando áreas inteiras impróprias para o desenvolvimento das árvores. Portanto, deve partir do homem um caminho de mudança com o objetivo de não apenas preservar uma espécie importante, mas todo um ecossistema que vive em torno dela.

Ações governamentais e políticas de proteção

Legislação ambiental relacionada às araucárias

As políticas públicas desempenham um papel crucial na definição do caminho que uma sociedade toma em relação à preservação ambiental e sustentabilidade. No contexto brasileiro, a preservação da araucária, uma espécie de árvore nativa, torna-se um ponto de extrema importância, não apenas devido à sua relevância ecológica, mas também ao seu significado cultural e histórico.

A araucária, com seu porte majestoso e características únicas, desempenha um papel vital nos ecossistemas em que está presente. Além disso, ela está profundamente enraizada na identidade de várias regiões do Brasil, como a região Sul, onde é símbolo de

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 333-363, dez. 2024. ISSN 1981-4089 resistência e força. No entanto, nos últimos anos, a araucária tem enfrentado desafios significativos devido à expansão agrícola, exploração madeireira e mudanças climáticas (Basso, 2010).

Nesse contexto, a implementação de políticas públicas voltadas para a preservação e sustentabilidade da araucária emerge como uma estratégia fundamental. Essas políticas devem abordar diversas frentes, começando pela regulamentação e controle rigoroso da exploração madeireira, estabelecendo limites sustentáveis para a colheita da madeira de araucária. Além disso, é crucial investir em programas de reflorestamento e conservação, incentivando práticas agrícolas sustentáveis que não comprometam os *habitats* naturais da araucária. A conscientização pública também desempenha um papel fundamental; campanhas educativas podem informar a população sobre a importância da preservação da araucária e promover práticas cotidianas mais sustentáveis (Pires, 2003).

A criação de áreas de proteção ambiental e a delimitação de reservas naturais específicas para a araucária são passos essenciais para garantir a sobrevivência a longo prazo dessa espécie. A parceria entre governos, organizações não governamentais e a sociedade civil é essencial para a implementação efetiva dessas políticas. Além de sua relevância ecológica, a preservação da araucária contribuirá para a manutenção da diversidade biológica, a preservação de ecossistemas únicos e a promoção de um ambiente mais equilibrado.

Entretanto, a política brasileira demonstra resistência significativa a mudanças sustentáveis. O atual Código Florestal Brasileiro (Lei n.º 12.651, de 2012) foi alvo de intensas críticas durante seu processo de elaboração. Essas críticas, sobretudo oriundas do setor acadêmico e da sociedade civil organizada, culminaram na campanha "Veta, Dilma" como resposta inicial, evidenciando uma preocupação diante de um texto legislativo fragilizado em termos de proteção ambiental (Antunes, 2013). Essa iniciativa, respaldada pelas principais instituições científicas, organizações ambientalistas do terceiro setor, artistas e até mesmo sindicalistas e representantes da agricultura familiar, visava à revisão do Código Florestal (Arruda, 2012). Apesar de atingir uma audiência abrangente, a campanha não obteve sucesso, uma vez que os poucos vetos finais da presidente não impactaram os pontos essenciais de flexibilização do Código Florestal.

Num ponto crucial, uma cisão emergiu no interior do movimento ambientalista. Houve aqueles que avaliavam o novo Código Florestal como aceitável, defendendo a

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 333-363, dez. 2024. ISSN 1981-4089

necessidade de avançar em sua implementação. Em contrapartida, outro grupo compreendia que a nova lei estabelecia um precedente perigoso para o conjunto jurídico de proteção ambiental. Conforme a exposição de Barroso (2001), se uma lei, ao regulamentar um mandamento constitucional, estabelece um determinado direito, esse direito integra o patrimônio jurídico da cidadania e não pode ser totalmente suprimido.

Esse grupo crítico, sobretudo, via a alteração na legislação sem embasamento científico como prejudicial ao princípio da vedação de retrocesso ambiental. Este princípio determina que uma medida jurídica não pode reduzir o nível de proteção socioambiental conferido por uma norma anterior, comprometendo o direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado para as atuais e futuras gerações, e tem seu alicerce no sistema jurídico constitucional (Paulino, 2012).

No âmbito crítico, surgem outras ponderações em relação à legislação. Destaca-se a falta de embasamento científico na flexibilização da legislação florestal e a redução excessiva de exigências, potencialmente gerando impactos ecológicos negativos (Metzger, 2010; Sparovek *et al.*, 2011 e 2012). Silva *et al.*, em 2012, chegaram até a sugerir a elaboração de uma nova legislação fundamentada em bases científicas. Apesar dos inúmeros alertas emitidos pela comunidade científica sobre os impactos e retrocessos conceituais, o cenário político pós-2012 não se mostrava propício a uma revisão da lei.

Nesse contexto, as alterações no Código Florestal comprometem a responsabilidade constitucional de preservar o meio ambiente. Além da redução na proteção da vegetação natural em diversas frentes, a introdução do conceito de "área rural consolidada", conforme proposto no parecer do relator deputado Aldo Rebelo, e que serve de base para as "anistias" previstas na legislação, representa uma significativa concessão ao retrocesso da proteção ambiental e à não realização da função social da propriedade (Sauer & França, 2012).

Outro ponto sobre a Lei Federal 12.651/2012, o Novo Código Florestal, é que ela traz consigo uma gama de dispositivos legais, com destaque para o artigo 68, que viabiliza a diminuição das áreas destinadas às Reservas Legais. Consoante a este artigo, áreas de vegetação nativa suprimidas antes de 22 de julho de 2008, seguindo as leis da época, encontram-se isentas da obrigação de recomposição, restauração ou compensação, mantendo-se em conformidade com os percentuais atuais exigidos. As Reservas Legais, representativas de aproximadamente um terço do remanescente de vegetação nativa no

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 333-363, dez. 2024. ISSN 1981-4089
Brasil, desempenham um papel crucial na preservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos (Rajão *et al.*, 2021).

Ademais, servem como elementos de conexão na paisagem entre Unidades de Conservação, frequentemente distantes e localizadas em regiões remotas umas das outras (Metzger *et al.*, 2019). Portanto, compreender os possíveis impactos de reduções em suas áreas torna-se essencial para o planejamento de estratégias que harmonizem a conservação dos recursos naturais com o uso agrícola da terra.

Incentivos e programas de conservação governamentais

A proposta inicial de delimitação de áreas protegidas desprovidas de ocupação humana, manifesta na criação dos pioneiros parques nacionais, foi gradualmente alterada diante da presença inescapável da sociedade no espaço que originalmente se almejava preservar. A aceitação da ocupação humana em áreas protegidas foi viabilizada por meio da regulamentação e controle do uso dos recursos naturais. No entanto, a ineficácia dessa abordagem deixou sem resposta uma questão crucial para as atuais unidades de conservação, a saber, como realizar a conservação da biodiversidade, que é o objetivo primordial da conservação, ao mesmo tempo em que se permite a presença humana em seu interior (Teixeira, 2005).

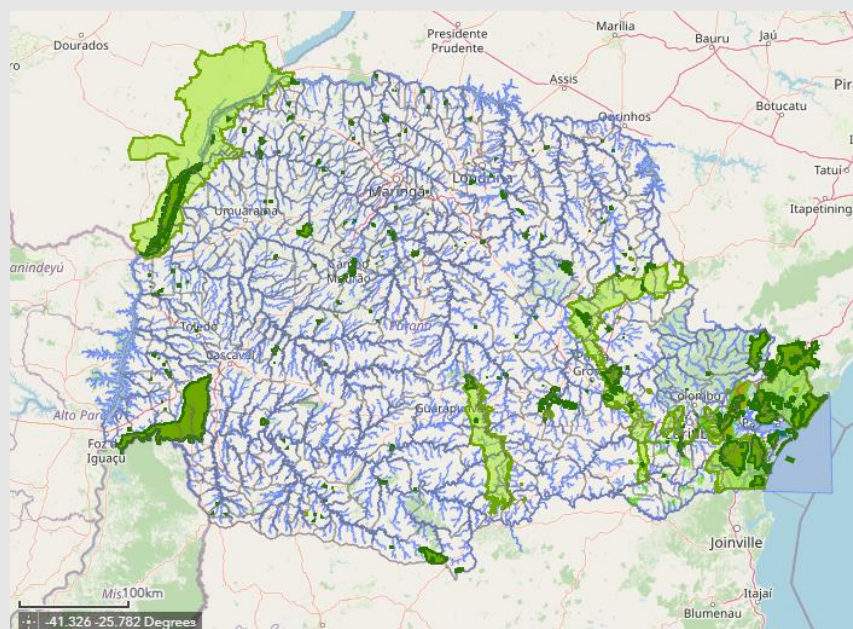
Dados do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação do Ministério do Meio Ambiente (2024) apontam que o Brasil possui 2.859 UC (em todos os níveis), totalizando uma área de 2.583.237,73 km². As várias unidades de conservação estabelecidas no país integram o SNUC, Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Este sistema abrange doze categorias de Unidades de Conservação (UC), cujos objetivos específicos variam em relação à modalidade de proteção e aos usos permitidos para cada área resguardada (MMA, 2024).

As unidades de conservação podem ser divididas em dois tipos, unidade de uso integral e unidades de uso sustentável. As unidades de preservação integral foram instituídas com o objetivo de garantir a salvaguarda da biodiversidade, impondo, dessa maneira, restrições ao emprego direto de seus recursos, isto é, à utilização que não implica no consumo, coleta, dano ou destruição dos elementos naturais presentes. Por outro lado, as unidades de aproveitamento sustentável têm como propósito contribuir para a

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 333-363, dez. 2024. ISSN 1981-4089
conservação da natureza por meio da utilização sustentável de uma parcela dos recursos naturais existentes (Brasil, 2000).

Entre as unidades de conservação estaduais do Paraná pode se destacar o Parque Estadual de Vila Velha (Ponta Grossa), Parque Estadual da Cabeça do Cachorro (São Pedro do Iguaçu), Parque Estadual de Amaporã (Amaporã), Parque Estadual de Campinhos (Cerro Azul e Tunas), Parque Estadual de Ibicatu (Centenário do Sul), Parque Estadual de São Camilo (Palotina), Parque Estadual do Palmito (Paranaguá), Parque Estadual Rio Guarani (Três Barras), entre outros. Em Guarapuava, o destaque é o Parque Municipal das Araucárias, sua distribuição pode ser vista na Figura 1.

Figura 1 – Mapa interativo das 69 Unidades de Conservação do Paraná.



Fonte: Instituto Água e Terra, 2024.

Alcançar a sustentabilidade social como meio de fomentar a sustentabilidade ecológica tornou-se uma abordagem essencial. Nesse contexto, a solução para o desenvolvimento sustentável estava focalizada no conhecimento científico e na elaboração de técnicas de produção compatíveis com a preservação dos recursos naturais. Os métodos produtivos deveriam ser menos agressivos ao meio ambiente, visando à melhoria da qualidade de vida e ao desenvolvimento, com a minimização dos impactos causados pelas atividades humanas sobre o ecossistema. Essa concepção foi designada como sustentabilidade limitada (Teixeira, 2005).

Porém, existem críticas a esse sistema, para Becker (1999) esse tipo de sistema é um mecanismo que abre portas para uma dominação do capitalismo, ao mesmo tempo em que revela possibilidades, bem limitadas, e primordialmente por interesse e necessidade do capital, para as histórias locais e as tradições regionais. Já outro conjunto de críticas concentra-se na apropriação do conceito de sustentabilidade ecológica para qualificar o desenvolvimento socioeconômico, ou ainda, para aludir à sustentabilidade social ou econômica. A concepção inicial de sustentabilidade, derivada da ecologia para a análise dos sistemas naturais (sustentabilidade ecológica), precisa ser deslocada para a análise das estruturas sociais (sustentabilidade social). Para Raynaut *et al.* (2000) é imperativo estabelecer uma contraposição à inclinação observada nas concepções de sustentabilidade que empregam "equilíbrio" e "estabilidade" como referências.

Uma alternativa às Unidades de Conservação (UCs) são os Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA). Os PSA, definidos por Wunder (2005), são “uma transação voluntária ou um pagamento que um ou mais beneficiários de serviços ambientais fornecem para um provedor destes serviços ambientais, caso este provedor assegurar a provisão destes serviços por um longo período de tempo”. Dessa forma, é possível vislumbrar que o provedor de serviços ambientais, como exemplificado pelo agricultor típico da FOM, poderia modificar sua conduta em relação às práticas agrícolas. Essa mudança comportamental seria viabilizada mediante a cobertura financeira do custo adicional associado à adoção de medidas voltadas para a conservação da biodiversidade. Em outras palavras, ao oferecer um incentivo econômico, conforme proposto por Wunder (2005), que corresponda ao valor necessário para implementar práticas mais sustentáveis, o agricultor teria uma motivação financeira para adotar ações que contribuam para a preservação do ambiente.

Essa abordagem revela-se promissora ao estabelecer uma conexão direta entre a conservação ambiental e os interesses econômicos do provedor de serviços ambientais. Ao alinhar incentivos financeiros à promoção da sustentabilidade, abre-se espaço para uma maior adesão e eficácia nas iniciativas de preservação ambiental por parte dos agentes envolvidos, neste caso, os agricultores. Essa dinâmica reforça a importância dos Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) como uma estratégia eficaz para conciliar objetivos ambientais e econômicos, contribuindo assim para práticas mais equilibradas e sustentáveis na gestão dos recursos naturais (Tagliari *et al.*, 2019).

Os serviços ambientais, ou serviços ecossistêmicos, como definidos por Daily (1997), desempenham um papel essencial e amplo no suporte à vida humana no planeta. Estes serviços referem-se às condições e processos providenciados pelos ecossistemas, assim como pelas diversas espécies que compõem esses ambientes. Dentro dessa perspectiva, a Floresta Ombrófila Mista emerge como uma notável provedora de uma diversificada gama de serviços ambientais.

Quanto aos serviços de suporte e regulação, a FOM exerce uma influência crucial na preservação dos ecossistemas circundantes, contribuindo para a regulação climática e a manutenção dos ciclos biogeoquímicos, conforme ressaltado por Joly *et al.*, (2014). Essa função é essencial para a estabilidade ecológica, promovendo o equilíbrio e a vitalidade dos ecossistemas presentes na FOM.

No domínio dos serviços de provisão, a FOM assume um papel proeminente ao oferecer alimentos e recursos fitogenéticos, conforme enfatizado por Da Silva e Reis (2009). Plantas nativas, como a araucária e a erva-mate (*Ilex paraguariensis*), desempenham um papel significativo ao fornecer recursos alimentícios não apenas para a fauna associada, mas também para a sociedade em geral. Além de sua relevância alimentar, essas plantas proporcionam serviços culturais valiosos, evidenciados no hábito tradicional de consumo do pinhão e do chimarrão, conforme discutido por Souza *et al.*, (2010) e Moreira (2014).

A intrínseca relação entre a FOM, os ecossistemas e a sociedade destacam não apenas a contribuição da Floresta Ombrófila Mista para a preservação ambiental, mas também seu impacto positivo no bem-estar humano. Ao prover serviços essenciais, sustentáveis e culturais, a FOM se destaca como um exemplo de como a integração harmoniosa entre a conservação ambiental e atividades humanas podem resultar em benefícios significativos para ambos os sistemas (Tagliari *et al.*, 2019).

Implicações econômicas e socioambientais da recuperação das araucárias

A bioeconomia pode ser vista como uma alternativa promissora, caracterizada por um modelo alternativo de produção que se fundamenta no crescente uso de recursos biológicos. Essa abordagem inovadora integra conhecimentos científicos, tecnológicos e de inovação para impulsionar a geração de produtos e serviços. O objetivo central da

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 333-363, dez. 2024. ISSN 1981-4089
bioeconomia é estabelecer uma economia sustentável que, simultaneamente, atenda às demandas do mercado e do consumo, enquanto salvaguarda o meio ambiente para o benefício das gerações futuras (Moreira & Menzatto, 2023).

No contexto federal, destaca-se o "Programa Bioeconomia Brasil Sociobiodiversidade", instituído em 2019. Essa iniciativa direciona seu foco para a busca de uma utilização mais eficiente dos recursos naturais escassos, a conservação dos diversos biomas presentes no território brasileiro e a geração de benefícios para todos os atores envolvidos no processo (Queiroz *et al.*, 2023).

Ao abordar as complexidades contemporâneas da produção e consumo, a bioeconomia busca alinhar os avanços econômicos com a preservação ambiental. Essa abordagem procura criar um equilíbrio dinâmico, integrando princípios de sustentabilidade nos processos produtivos, com a finalidade de promover uma transição para práticas mais responsáveis e resilientes (Barba & Santos, 2020).

Portanto, a bioeconomia não apenas representa uma mudança de paradigma na forma como encaramos a produção, mas também se configura como uma resposta estratégica às crescentes preocupações ambientais. Seu enfoque na eficiência, conservação e equidade social propõe um caminho para uma economia mais equilibrada e harmoniosa com o meio ambiente (Pamplona *et al.*, 2021).

Ainda nesse contexto, a atribuição de valores econômicos ao meio ambiente é um tema cada vez mais proeminente nas discussões de diversos setores da sociedade, sublinhando a complexidade inerente à valoração econômica desse cenário. O processo de valoração econômica do meio ambiente evoluiu para se tornar um campo abrangente e de significativa importância, destacado por pesquisas teóricas e trabalhos (Marques, 2004; Jacoski *et al.*, 2015).

Os Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM) surgem como uma potencial solução para esse desafio, uma vez que estão presentes em todas as formações florestais. Esses produtos são explorados sob regimes de menor impacto ambiental quando comparados ao aproveitamento direto da madeira, conforme estabelecido nos Art. 21.º e 22.º da Lei n.º 12.561/12, do Novo Código Florestal Brasileiro.

Englobando uma extensa lista de itens, como plantas comestíveis e medicinais, frutas, castanhas, fibras, óleos essenciais, resinas, látex, entre outros (Guerra, 2008), os PFNM desempenham um papel vital na conexão entre o homem e a floresta. Destaca-se

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 333-363, dez. 2024. ISSN 1981-4089
o pinhão como exemplo notável, movimentando o mercado informal, especialmente entre abril e agosto nas Matas de Araucária. Sua exploração é regulamentada pela Lei n.º 15.457/2011 em Santa Catarina, proibindo a colheita, transporte e comercialização antes do dia 1.º de abril.

Apesar da relevância do pinhão para as comunidades rurais do sul do país, a escassez de dados de mercado evidencia a necessidade premente de pesquisas nesse âmbito. A superação desse desafio requer a implementação de ações integradas entre instituições de pesquisa, embora seja crucial ressaltar a dificuldade em mobilizar o apoio político e recursos financeiros (Petrentchuk *et al.*, 2016).

Avaliar a valoração econômica do meio ambiente vai além do mercado de PFNM, envolvendo também aspectos de conservação da espécie *Araucaria angustifolia*. Isso inclui a consideração dos impactos das atividades de colheita sobre a regeneração florestal e as interferências na dinâmica florestal, destacando a importância de uma abordagem holística para garantir a segurança ambiental (Petrentchuk *et al.*, 2016).

Os agentes disseminadores desempenham um papel crucial na dinâmica florestal, especialmente quando se considera a manutenção desses ecossistemas. No âmbito dessa interação, os animais assumem uma importância significativa ao promoverem a disseminação dos pinhões, contribuindo para a perpetuação das espécies vegetais ao longo do tempo (Basso, 2010).

Dentre esses animais, destaca-se a gralha-azul (*Cyanocorax caeruleus*), uma ave de plumagem azul e topete preto, cujo comportamento se tornou emblemático ao frequentar os pinhais. Ao alimentar-se dos pinhões, essa ave armazena instintivamente as sementes em locais estratégicos, como troncos de xaxim, facilitando assim a germinação e o desenvolvimento da espécie (Carvalho *et al.*, 2021a).

Outros integrantes da fauna, como os papagaios e psitacídeos, desempenham um papel significativo na disseminação ao incluírem os pinhões em sua alimentação. Já os roedores, especialmente cutias, ratos, ouriços, preás e pacas, exercem uma função eficaz ao transportar os pinhões para suas tocas. Adicionalmente, bugios e macacos, ao se alimentarem nas copas das árvores, contribuem de maneira relevante para a dispersão das sementes (Gibinski & Krupek, 2016).

A disponibilidade de alimento durante os meses frios, de março até agosto, é particularmente crucial para os animais mencionados, visto que nesse período o suprimento de frutos, brotos e outras sementes é escasso. Essa abundância de recursos alimentares desempenha um papel vital na conservação da flora e fauna na região do planalto (Basso, 2010).

Não se pode conceber o bioma dos campos e matos do planalto sem a presença fundamental da araucária. A interação entre os agentes disseminadores e a araucária não apenas contribui para a dinâmica florestal, mas também desempenha um papel essencial na sustentabilidade do ecossistema na região do planalto. Essa complexa teia de interações destaca a importância da compreensão e preservação desses processos para a conservação da biodiversidade (Carvalho *et al.*, 2021b).

É por conta deste contexto que é preciso buscar soluções não apenas inovadoras, mas também práticas, pois as mudanças climáticas globais apresentam potenciais ameaças à araucária, podendo resultar em uma significativa redução de sua área de ocorrência natural. Essas ameaças são particularmente evidentes com o aumento das temperaturas e as alterações nos padrões hídricos, fatores que comprometem substancialmente o potencial de sobrevivência e estabelecimento da espécie tanto em áreas novas quanto em novas áreas de plantio, afetando também toda a biodiversidade que cerca a araucária (Wrege *et al.*, 2017).

Abordagens inovadoras para a recuperação das araucárias

A preservação da Floresta de Araucária é um desafio complexo que exige uma abordagem abrangente e integrada. Conforme discutido anteriormente, a implementação de políticas públicas e a conscientização da população são elementos fundamentais para assegurar a sobrevivência dessa espécie única. Além disso, a criação de reservas naturais específicas e a promoção de práticas agrícolas sustentáveis são medidas cruciais para garantir a preservação a longo prazo.

Ao longo deste subitem, serão examinadas iniciativas concretas, projetos de conscientização bem-sucedidos e políticas implementadas em diferentes regiões. Dentre elas, como o aumento do consumo do pinhão pode se transformar em uma ferramenta eficaz de conservação e impulsionar benefícios econômicos para as comunidades locais.

Pela análise de casos concretos, buscou-se destacar a importância de uma abordagem integrada para a preservação da Floresta de Araucária. Examinar experiências práticas não apenas enriquecerá nosso entendimento sobre os desafios enfrentados, mas também oferecerá ideias valiosas para orientar futuras ações de preservação. Afinal, a combinação de políticas eficientes, conscientização da comunidade e práticas sustentáveis representa um caminho promissor para garantir a continuidade e o bem-estar dessa notável floresta.

Produção de pinhão defumado

Andrade (2023) teve como objetivo em seu estudo desenvolver um produto derivado do pinhão, especificamente um pinhão defumado, visando à diversificação do mercado e à promoção da estabilidade econômica das comunidades locais. Para tanto, foram avaliadas diversas variáveis, como tempo de defumação, concentração de sal no cozimento e espessura dos pinhões, analisando-se aspectos físico-químicos cruciais, incluindo cor, textura, umidade e quantidade de compostos fenólicos.

Os resultados indicaram que as amostras submetidas a um maior tempo de defumação, espessura mais fina e maior concentração de sal apresentaram textura mais dura. Além disso, observou-se uma perda de compostos fenólicos em defumações mais longas devido à sensibilidade desses compostos ao calor. A umidade dos produtos também foi afetada pelo tempo de defumação, reduzindo-se com defumações mais longas. Quanto à cor, os pinhões defumados apresentaram tonalidades mais escuras, sendo que os não defumados exibiram tonalidade avermelhada, enquanto maior concentração de sal no cozimento resultou em tonalidade mais esverdeada (Andrade, 2023).

Em suma, estudos de produtos derivados do pinhão podem gerar alternativas viáveis para a expansão do conhecimento deste alimento ao resto do território brasileiro, aumentando assim sua procura e consequentemente o interesse e a necessidade da expansão de sua produção e área plantada.

Enxertia de *Araucaria angustifolia* para produção precoce

O estudo de Wendling (2015) investigou o efeito da enxertia em plantas de araucária, que normalmente requerem de 12 a 15 anos para produzir as primeiras sementes. A técnica de enxertia por borbulhia demonstrou-se de fácil implementação e viável em larga escala, com taxas de sobrevivência entre 80 e 90% utilizando brotações de copa de plantas adultas. Esta tecnologia possui um grande potencial de aplicação na araucária, podendo contribuir significativamente para sua utilização sustentável e, por conseguinte, para sua remoção da lista de espécies ameaçadas de extinção, por meio do estabelecimento de pomares para produção precoce de sementes e/ou plantios clonais para produção de madeira.

Vale ressaltar que esta técnica não requer estruturas especiais de propagação, nem equipamentos ou materiais de alto custo para ser realizada. O resultado final encontrado foi que as plantas enxertadas iniciaram sua produção em intervalos mais curtos, de 5 a 7 anos. Este tipo de resultado pode abrir uma nova possibilidade para a produção de pinhão, com o empecilho inicial de 12 a 15 anos até o início da produção sendo reduzido pela metade a viabilidade e o retorno econômico de sua propagação podem funcionar como fatores determinantes na conservação da espécie (Wendling, 2015).

Estradas de araucária

O projeto "Estradas com Araucárias" é uma iniciativa inovadora que visa fomentar o plantio dessa planta nas divisas de propriedades rurais familiares, por meio de parcerias com empresas privadas interessadas em compensar suas emissões de gases de efeito estufa. Esse projeto busca não apenas aumentar a população de araucárias, mas também promover uma série de benefícios ambientais, sociais e econômicos (Oliveira, 2015).

Oliveira (2015) destaca que desde o lançamento do projeto em 2011, ele já envolveu 63 propriedades nos municípios da Lapa (PR), Irati (PR) e Caçador (SC), resultando no plantio expressivo de 16.600 araucárias. No entanto, seu impacto vai além dos números, estendendo-se à conscientização e ao engajamento dos produtores rurais, especialmente aqueles que não pertencem a famílias tradicionais, os quais adotam

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 333-363, dez. 2024. ISSN 1981-4089 voluntariamente a prática de plantio de araucárias em suas divisas devido às vantagens oferecidas por essas árvores.

Espera-se que a contínua colaboração das empresas privadas na prestação de serviços ambientais relacionados à araucária impulse a expansão do projeto para outras regiões, contribuindo para a criação de corredores verdes de araucárias e para o alcance das metas de redução de emissões estabelecidas no Plano Nacional de Mudanças Climáticas. Além disso, o projeto pode servir de referência para a conservação de outras espécies ameaçadas e para a mitigação dos impactos das mudanças climáticas em escala global (Oliveira, 2015).

Utilização do lodo proveniente do tratamento de efluentes de parboilização de arroz como substrato alternativo na produção de mudas

Em seu estudo Bull *et al.*, (2021) tiveram como objetivo avaliar a viabilidade do uso de lodo proveniente do tratamento de efluentes de parboilização de arroz como substrato alternativo na produção de mudas de *Araucária angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze). As sementes foram inicialmente germinadas em vermiculita e posteriormente transplantadas para sacos de polietileno contendo diferentes proporções de areia e lodo. Os resultados obtidos indicaram que o uso combinado de 25% de areia e 75% de lodo como substrato pode ser vantajoso, pois aproveita uma maior quantidade de resíduo proveniente do tratamento de efluentes.

Concluiu-se, portanto, que o lodo proveniente do tratamento de efluentes de parboilização de arroz, por ser rico em nutrientes e matéria orgânica, demonstra potencial para ser empregado como substrato na produção de mudas de espécies florestais. Além disso, essa prática pode contribuir para uma destinação ambientalmente adequada desse resíduo, promovendo uma abordagem mais sustentável na gestão de resíduos, e promovendo ainda uma maior busca pelo plantio e propagação de espécies em extinção como a araucária (Bull *et al.*, 2021).

Conservação de pinhão pelo armazenamento refrigerado associado a embalagens de PEBD

Costa *et al.* (2023) avaliaram as características de pinhões armazenados em ambiente doméstico, empregando embalagens de sacos de juta (18,5 cm x 21,0 cm) e

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 333-363, dez. 2024. ISSN 1981-4089 embalagens plásticas de polietileno de baixa densidade (®Girassol; 10,0 cm x 24,0cm), com espessura média dos filmes: 0,08 mm, taxa de permeabilidade de 4,057gm⁻² dia⁻¹ (37,8°C/80%UR) e permeabilidade ao vapor de água de 6,18910-10 gm⁻² dia⁻¹ (37,8 °C / 80% UR). Duas condições de armazenamento foram empregadas: temperatura ambiente e refrigeração a 6,5 °C. Os resultados demonstraram que os pinhões apresentaram melhor conservação quando armazenados em embalagens de polietileno sob refrigeração, mantendo níveis adequados de umidade, menores taxas de perda de massa e preservação da cor.

Os autores indicam uma viabilidade de armazenamento de até 90 dias nas condições de armazenamento estudadas. Esse incremento no tempo de prateleira do pinhão, com tempo de prateleira médio em temperatura ambiente de 20 dias, é de vital importância quando se pensa em uma possível expansão da comercialização deste alimento para regiões onde sua produção não é viável; a busca por novos mercados e pela entrega de pinhões em boas condições para esses novos consumidores pode ser um ponto chave a favor da manutenção e até expansão de áreas de produção de *Araucária angustifolia* (Costa, *et al.*, 2023).

O geoprocessamento como ferramenta no desenvolvimento de florestas de araucária

Utilizando técnicas de geoprocessamento, Starzynski *et al.*, (2020) identificaram áreas propícias para o reflorestamento com araucária no município estudado, além de desenvolver diretrizes para planos de manejo voltados para a implantação de reflorestamentos homogêneos ou em consórcio com pastagem ou outras espécies florestais. Paralelamente, foram analisadas questões relacionadas à coleta de pinhão em áreas de vegetação natural, como alternativa de renda para comunidades rurais.

As considerações finais destacam que, devido ao relevo acidentado e aos solos com baixa aptidão agrícola, o município de Cunha possui uma forte vocação florestal, com 65,31% de sua área apresentando declividade superior a 18%. Ao excluir áreas inadequadas para reflorestamento, como aquelas destinadas à agricultura, edificações, áreas de preservação permanente, cobertura vegetal nativa e unidades de conservação,

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 333-363, dez. 2024. ISSN 1981-4089 bem como áreas com altitude inferior a 900 metros, constata-se que aproximadamente 40,60% da área do município, equivalente a 57.133,16 hectares, são adequadas para o cultivo de araucária em diferentes arranjos produtivos (Starzynski *et al.*, 2020).

A presença histórica da araucária na paisagem do município estudado, associada à possível geração de receitas provenientes da venda do pinhão e do turismo, destaca seu papel na sustentabilidade econômica das comunidades rurais. Portanto, a ampliação dos plantios de araucária, aliada à coleta de pinhão em áreas de ocorrência natural, representa uma importante estratégia para promover aspectos conservacionistas e socioeconômicos na região (Starzynski *et al.*, 2020).

Relações morfométricas e seu impacto em florestas de araucária

As relações morfométricas desempenham um papel fundamental nas práticas de manejo florestal, fornecendo *insights* valiosos sobre o espaço necessário para o desenvolvimento das árvores. Atanazio *et al.*, (2022) tiveram como objetivo principal ajustar modelos que relacionassem as características morfométricas com a quantidade de pinhas em sítios florestais de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze). A análise de correlação indicou que o número de pinhas possui maior relação com o diâmetro e variáveis relacionadas à copa das árvores, como proporção, comprimento e diâmetro de copa.

Os autores destacam que as relações morfométricas avaliadas demonstraram influência significativa sobre o número de pinhas, pois as árvores que apresentaram um maior espaço lateral para o bom desenvolvimento das copas, obtiveram produção de pinhas superior devido ainda à redução da competição. Portanto, intervenções silviculturais voltadas para a araucária ganham importância, pois contribuem para aumentar a produção de pinhas, proporcionando um ambiente mais propício ao desenvolvimento das árvores de interesse. Essas atividades de manejo são essenciais para otimizar a produção e promover a sustentabilidade dos recursos florestais (Atanazio *et al.*, 2022).

Uso da irradiação e de revestimento comestível na conservação de pinhão

A preservação do pinhão, semente da *Araucaria angustifolia*, é de grande interesse devido às suas propriedades nutricionais e ao seu potencial como alimento. No entanto, o pinhão é altamente perecível e sujeito a infestações por larvas (Figura 2), brotamento e fungos durante o armazenamento, o que dificulta sua comercialização e consumo. Nesse contexto, Carrasco (2019) avaliou diferentes estratégias para a conservação do pinhão, incluindo a utilização de radiação gama/refrigeração e revestimentos comestíveis.

Figura 2 – Pinhões *in natura* infestados por larvas



Fonte: Próprio autor, 2022

Sendo quatro tratamentos no total, os pinhões *in natura* foram submetidos aos seguintes tratamentos: Tratamento A – pinhões irradiados (1 kGy) armazenados à temperatura ambiente; Tratamento B – pinhões não irradiados armazenados à temperatura ambiente; Tratamento C – pinhões irradiados (1 kGy) armazenados à temperatura de refrigeração (4 °C); Tratamento D – pinhões não irradiados armazenados à temperatura de refrigeração (4 °C). Resultando em redução do crescimento de microrganismos, porém sem influenciar significativamente outros parâmetros avaliados. Já a refrigeração isolada foi eficaz na redução da perda de massa e na manutenção de nutrientes como a vitamina C e a atividade antioxidante (Carrasco, 2019).

No segundo experimento, os pinhões minimamente processados, sem casca, foram revestidos com quitosana, gelatina ou uma combinação de ambos, utilizando a técnica *layer-by-layer*. Esses revestimentos demonstraram ser eficazes na redução da perda de massa e no controle do crescimento de fungos e bactérias, além de manter a cor e os teores de vitamina C. O processamento mínimo dos pinhões, aliado aos revestimentos

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 333-363, dez. 2024. ISSN 1981-4089 comestíveis, mostrou-se uma alternativa viável para prolongar a vida útil da semente (Carrasco, 2019).

Assim como o tratamento hidrotérmico, o uso de radiação gama e de revestimentos tem como objetivo prolongar a vida de prateleira, normalmente curta, do pinhão e, portanto, aumentar sua disponibilidade. Com a efetividade de tais tratamentos, é possível vislumbrar uma cadeia produtiva mais diversificada e preparada para uma futura maior produção e procura deste alimento.

A utilização e manejo da grimpa da *Araucária angustifolia*

Lourenço (2022) revisou a literatura existente sobre a temática, destacando a escassez de estudos específicos sobre a grimpa e seus possíveis usos. As entrevistas semiestruturadas realizadas com residentes e trabalhadores da região evidenciaram a importância do manejo adequado da araucária, apesar de mitos que sugerem sua intocabilidade. A legislação ambiental atual muitas vezes é interpretada como impedimento para o manejo da araucária, porém, estudos demonstram a necessidade de práticas de manejo para a renovação do ecossistema florestal.

Sugere-se a realização de novas pesquisas para aprimorar a legislação ambiental, incentivando investimentos em plantios de araucária para fins econômicos, com responsabilidade ambiental. O cultivo da araucária, seja de forma tradicional ou inovadora, pode ser uma estratégia eficaz para proteger as florestas remanescentes no Sul do Brasil (Lourenço, 2022).

Além disso, há potencial para utilizar a grimpa como biomassa orgânica, substituindo ou complementando adubos comerciais. Essa prática de manejo pode trazer benefícios como a limpeza dos pastos, a saúde dos animais, o aumento da renda com a produção de pinhões e a preservação do ecossistema da Mata Atlântica. Em suma, o incentivo ao cultivo da araucária e o aproveitamento da grimpa como recurso sustentável demandam não apenas o comprometimento do poder público, mas também a conscientização e engajamento dos agricultores, visando o desenvolvimento econômico e ambiental da região (Lourenço, 2022).

Tratamento hidrotérmico

Os tratamentos pós-colheita representam uma estratégia promissora para ampliar a durabilidade do pinhão, possibilitando sua maior disponibilidade em todo o território nacional. Isso, por sua vez, poderia incentivar o aumento do consumo e despertar um maior interesse da população na conservação e distribuição desse alimento tão valorizado. Um exemplo relevante de tratamento pós-colheita, passível de ser aplicado ao pinhão, foi conduzido por Rimoli (2020) com *Dimocarpus longan* Lour. Nessa pesquisa, os frutos foram submetidos a um processo hidrotérmico em diferentes temperaturas, visando à desinfecção para eliminar possíveis patógenos e insetos presentes no produto.

Após minuciosas análises, o autor concluiu que o banho em água quente a 49 °C por 20 minutos, seguido por um período de imersão em água à temperatura ambiente por mais 20 minutos, demonstrou ser altamente eficaz na preservação da vida útil do fruto. Esse procedimento resultou em uma proteção abrangente, tanto interna quanto externa, conferida pelo contato com água em temperatura elevada (Rimoli, 2020). Tais efeitos, se comprovados no pinhão, teriam um impacto significativo, especialmente para os comerciantes de pinhão, que frequentemente enfrentam consideráveis perdas devido à ação de insetos que utilizam as sementes para sua reprodução.

Considerações finais

Ao longo deste estudo, foram abordados os intrincados aspectos relacionados à conservação da *Araucária angustifolia*, uma espécie de grande importância ecológica, cultural e econômica nas regiões em que ocorre. Esta análise revelou a complexidade dos desafios enfrentados para garantir a sobrevivência e a prosperidade dessa árvore emblemática, que desempenha um papel fundamental na manutenção dos ecossistemas florestais e na sustentabilidade das comunidades que dependem dela.

Discutiu-se a ecologia da araucária, destacando sua relevância como espécie-chave na regulação do clima, na conservação da biodiversidade e na proteção dos solos. Além disso, foi apresentada sua importância cultural, sendo venerada como símbolo de

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 333-363, dez. 2024. ISSN 1981-4089
identidade e tradição em muitas comunidades, onde suas sementes, conhecidas como pinhões, são apreciadas como alimento e fonte de renda.

No entanto, ao adentrarmos nas adversidades que ameaçam a araucária, confrontamo-nos com a realidade alarmante de seu declínio. A exploração madeireira descontrolada, a conversão de áreas florestais em pastagens e monoculturas agrícolas, juntamente com a fragmentação do *habitat*, têm contribuído para a redução significativa das populações de araucária. Adicionalmente, a alta perecibilidade de suas sementes e sua suscetibilidade a infestações por pragas e fungos durante o armazenamento representam obstáculos adicionais para sua reprodução e disseminação natural.

No contexto desafiador em que nos encontramos, surge a necessidade premente de buscar soluções eficazes para reverter o declínio das araucárias. Nesse sentido, destacamos o papel crucial da ciência e da pesquisa como ferramentas fundamentais para a compreensão aprofundada dos processos ecológicos, dos padrões de distribuição e das interações da araucária com seu ambiente. Investimentos robustos em pesquisas científicas são essenciais para desenvolver estratégias de conservação baseadas em evidências, que visem não apenas proteger as araucárias existentes, mas também promover sua regeneração e expansão em áreas degradadas.

No entanto, a ciência por si só não é suficiente para enfrentar os desafios da conservação da araucária. É imperativo que esses conhecimentos sejam traduzidos em ações concretas por meio de políticas públicas eficazes e do engajamento ativo da sociedade civil. É crucial que os governos, em todos os níveis, adotem medidas de proteção ambiental, como a criação de áreas protegidas e a implementação de planos de manejo sustentável. Além disso, é necessário incentivar a adoção de práticas agrícolas e florestais sustentáveis, que promovam a conservação da araucária e de seus ecossistemas associados.

Nesse contexto, não apenas os governantes, mas também as instituições acadêmicas, as organizações não governamentais e a sociedade em geral devem se unir em prol da conservação da araucária. O envolvimento público e o apoio político são fundamentais para garantir que as vozes da ciência sejam ouvidas e que as ações necessárias sejam implementadas de forma eficaz e abrangente. Somente através de uma abordagem integrada e colaborativa, que una esforços e recursos de diferentes setores da

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 333-363, dez. 2024. ISSN 1981-4089
sociedade, poderemos garantir um futuro sustentável para as araucárias e para os ecossistemas que elas habitam.

Referências

ATANAZIO, A.A.; HESS, A.F.; KREFTA, S.M.; SCHORR, L.P.B.; SOUZA, I.A.; DOMICIANO, C.A.R.; CUCHI, T.; MORAES, G.C. Modelagem das relações morfométricas com a produção de pinhas de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no sul do Brasil. **Ci. Fl.**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 1247-1267, jul./set. 2022.

ANDRADE, B.P. **Estudo dos parâmetros de influência no desenvolvimento de produto defumado a partir de pinhão (*araucaria angustifolia* sin. *araucaria angustifolia*)**. P.46. Monografia (Bacharel em Engenharia de Alimentos) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, p.46. 2023.

ANTUNES, P. d. B. (2013). **Comentários ao Novo Código Florestal**. São Paulo: Editora Atlas,

ARRUDA, R. (2012) Cientistas e sindicalistas pedem a Dilma para vetar texto do Código Florestal. Estado de São Paulo. 11 de outubro de 2012. Disponível em: <<https://politica.estadao.com.br/blogs/roldao-arruda/cientistas-e-sindicalistas-pedem-a-dilma-para-vetar-texto-do-codigo-florestal>>.

BARBA, R. Y. B.; SANTOS, N. dos. A. Bioeconomia no século XXI: Reflexões sobre Biotecnologia e Sustentabilidade no Brasil. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 6, n. 2, p. 26-42, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.26668/IndexLawJournals/2525-9687/2020.v6i2.7023>>.

BARETTA, D.; BROWN, G. G.; CARDOSO, E. J. B. N. Potencial da macrofauna e outras variáveis edáficas como indicadores da qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia* **Acta Zoologica Mexicana**, Xalapa, v. 26, p. 135-150, 2010.

BARROSO, L. R. (2001). **O Direito Constitucional e a Efetividade de suas normas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Renovar.

BASSO, C.M.G. A araucária e a paisagem do planalto sul brasileiro. **Revista de Direito Público**, Londrina, v. 5, n. 2, p. 1-11, ago. 2010.

BECKER, D. F. (1999), “Sustentabilidade: um novo (velho) paradigma de desenvolvimento regional”, in D. F. Becker (org.), **Desenvolvimento sustentável: necessidade ou possibilidade**, 2 ed., Santa Cruz do Sul, Edunisc.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho 2000**. Institui o Sistema Nacional de unidades de Conservação da Natureza - SNUC e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em: 29 jan. 2024.

BROCARD, C. R.; CÂNDIDO-JÚNIOR, J. F. Persistência de mamíferos de médio e grande porte em fragmentos de floresta ombrófila mista no estado do Paraná, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 301-310, 2012.

BULL, V.N.; PILATTI, F.K, SCHWARTZ, E.; CASSANA, F.F. Sludge from rice parboiling wastewater treatment plant as alternative substrate for the production of *araucaria angustifolia* seedlings. **Revista Árvore**; 2021.

CARRASCO, P.B. **Uso da irradiação e de revestimento comestível na conservação de pinhão [*Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze] in natura e minimamente processado**. P.85. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Alimentos) Universidade Federal de Pelotas, p.85. 2019.

CARVALHO, N.R.; PEREIRA, V.S.; GUEVARA, M.L.A.A.; BARATA-SILVA, A.W. Plantar, narrar e comer: conservação da *araucária angustifolia* como projeto escolar em uma comunidade rural ao sul de Minas Gerais. **Perspectivas em Diálogo**, Naviraí, v. 8, n. 16, p. 328-348, jan./abr. 2021a.

CARVALHO, N.R.; PEREIRA, V.S.; BARATA-SILVA, A.W. Aspectos produtivos do pinhão e a conservação da *Araucaria angustifolia* em uma comunidade rural ao Sul de Minas Gerais. **Revista Desenvolvimento Socioeconômico em debate** v.7 n.2, 2021b.

COSTA, F.J.O.G.; GODOY, R.C.B.; LEIVAS, C.L.; PEREIRA, L.O.; WASZCZYNSKYJ, N. Alterações na composição físico-química de pinhões (*Araucaria angustifolia*) armazenados em diferentes embalagens e ambientes. **Pesq. flor. bras.**, Colombo, v. 43, p. 1-11, 2023

CROTTY, F. V. et al Assessing the impact of agricultural forage crops on soil biodiversity and abundance. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 91, p. 119-126, 2015.

DANNER, M.A.; ZENETTE, F.; RIBEIRO, J.Z. O cultivo da *araucária* para produção de pinhões como ferramenta para a conservação. **Pesq. flor. bras.**, Colombo, v. 32, n. 72, p. 441-451. 2012.

Daily, G. **Introduction: What Are Ecosystem Services?** In: Daily, G. (Eds.). *Nature's Services. Societal Dependence on Natural Ecosystems*, Island Press, Washington DC, 1997.

DE CARVALHO, M.M.X. **O desmatamento das florestas de *araucária* e o Médio Vale do Iguaçu: uma história de riqueza madeireira e colonizações**. P.202. Dissertação (Mestrado em História), Universidade Federal de Santa Catarina. 2006.

FARIA, A.B.C.; CONCEIÇÃO, F.G.; COTA, O.A.D.; LONGHI, S.J. Pinheiros antigos podem entrar em declínio devido ao efeito de mudanças climáticas. **BIOFIX Scientific Journal** v. 4 n. 1 p. 16-25 2019.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 333-363, dez. 2024. ISSN 1981-4089
FRITZSONS, E. et al. Fatores climáticos limitantes da distribuição da araucária no estado do Paraná e as implicações para sua restauração. **RAEGA**, v.44, n.1, p.258-271, 2018.

FRITZSONS, E.; WREGGE, M.S. **A distribuição natural do Pinheiro do Paraná no Sul e Sudeste do Brasil: a influência de fatores climáticos**. Colombo: Embrapa, 2017.

GONÇALVES, C.W.P. **O desafio ambiental**. Rio de Janeiro: Record, 2004. Coleção os porquês da desordem mundial. Mestres explicam a globalização. Organização Emir Sader.

GIBINSKI, R.; KRUPPEK, R.A. Influência de diferentes fatores sobre a predação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze. **Acta Biológica Catarinense**, v.1, n.3, 2016.

GUERRA, F. G. P. Q. **Contribuição dos produtos florestais não madeireiros na geração de renda na Floresta Nacional do Tapajós-Pará**. Dissertação (Mestrado no Curso de PósGraduação em Engenharia Florestal) – UFPR, Curitiba, 2008.

IUCN Red List of Threatened Species. Red list: version 2016-3. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 11 jan 2024.

Klein, R. M. Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. **Sellowia**, v. 36, p. 5-54, 1984.

JACOSKI, C.A.; HENDGES, C.D.; MATIAZZO, M.F.; BARROS, M.T. Proposição da valoração ambiental do corte de *Araucaria angustifolia* (Bert.) Kuntze em área de influência da Estação Ecológica Mata Preta (ESEC), no município de Abelardo Luz (SC). **Ambiência Guarapuava** (PR) v.11 n.3 p. 651 - 667 Set./Dez. 2015

JOLY, C. A.; METZGER, J. P.; TABARELLI, M. Experiences from de Brazilian Atlantic Forest: ecological findings and conservation initiatives. **New Phytologist**, 204, 459-473, 2014. doi: 10.1111/nph.12989

KLEIN, R. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. **Sellowia**, v. 12, p. 17-48, 1960.
MAACK.R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: CODEPAR, 1968. 350p.

LOURENÇO, T.F.M.S. **Usos e manejos da grimpia de araucaria angustifolia em propriedades agrícolas da região dos campos de cima da serra, rs**. P.50. Monografia (Bacharel em Desenvolvimento Rural) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.50. 2022.

MARQUES, J. F. **Valoração ambiental**. Jaguariúna: Embrapa – Meio Ambiente, 2004.

METZGER, J. P. (2010). O Código Florestal tem base científica? **Natureza & Conservação**, n. 8 (1),p. 92-99. 2010.

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 333-363, dez. 2024. ISSN 1981-4089
 METZGER, J. P. et al. (2019). Why Brazil needs its Legal Reserves. **Perspectives in Ecology and Conservation**, 17(3), 91–103. 2019. Doi: 10.1016/j.pecon.2019.07.002.

MILARÉ, E. Direito do Ambiente: doutrina, prática, jurisprudência e glossário. São Paulo: **Editora Revista dos Tribunais**, 2000, p.213.

MMA, Dados Consolidados –CNUC-Ministério do Meio Ambiente. 2024. Disponível em <https://encurtador.com.br/oXY78>. Acesso em 29 jan 2024.

MOREIRA, D.N.; MANZATTO, A.G. As potencialidades que favorecem ao desenvolvimento sustentável na Amazônia. **R. Bras. Planej. Desenv.**, Curitiba, v. 12, n. 03, p. 751-777, set./dez. 2023.

MOREIRA, V. A. **Bonificação por Produção Sustentável: estruturação e análise de indicadores de valoração para uma estratégia de Pagamento por Serviços Ambientais na Floresta com Araucárias**. Florianópolis, Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) - UFSC, 2014.

OLIVEIRA, E.B. Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica. **Embrapa, P. 270-277**. 2015.

PAMPLONA, L. de M. P.; SALARINI, J.; KADRI, N. M. Potential of bioeconomy for the sustainable development of the Amazon and acting possibilities for the BNDES. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 56, p. 55 -86, ed. esp., dez. 2021. Disponível em: <<http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/22024> >

PAULINO, E. T. (2012). A mudança do Código Florestal Brasileiro: em jogo o princípio da função social da propriedade. Campo-Território: **Revista de Geografia Agrária**, 7(13), 2012.

PEREIRA, J.M.; BARETTA, D.; FILHO, L.C.I.O.; BARETTA, C.R.D.M.; CARDOSO, E.J.B.N. Fauna edáfica e suas relações com atributos químicos, físicos e microbiológicos em Floresta de Araucária. **Ciênc. Florest.** 30 (01), 2020.

PETRENTCHUK, L.W.; SCHINATO, F.; MARCHESAN, J. Possibilidades e desafios do manejo de fragmentos de floresta ombrófila mista como alternativa de desenvolvimento no planalto norte catarinense. **Desenvolvimento Regional em debate**, v. 6, n. 2, ed. esp., p. 104-126, jul. 2016.

PIRES, P.T.L. **Alternativas políticas e jurídicas para a gestão das florestas de araucária no estado do Paraná**. P.222. Tese (Doutorando em Ciências Florestais) Universidade Federal do Paraná, p.222. 2003.

QUEIROZ, L.F.P.; FLORES, M.S.A.; SOBRINHO, M.V. A Bioeconomia e sua relação com a amazônia paraense: uma revisão a partir do conceito de desenvolvimento. A economia do desenvolvimento: do crescimento econômico ao desenvolvimento

Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 17, n. 2, p. 333-363, dez. 2024. ISSN 1981-4089 sustentável, Editora Científica, v. 1, n. 1, p. 11-24, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.37885/221110922>> Acesso em: 04 fev. 2024.

RAJÃO, R.; DEL GIUDICE, R.; VAN DER HOFF, R.; CARVALHO, E.B. **Uma Breve História Da Legislação Florestal Brasileira**. Editora Expressão, 1ª edição. 2021.

RAYNAUT, C.; LANA, P. & ZANONI, M. (2000), “Pesquisa e formação na área de meio ambiente e desenvolvimento: novos quadros de pensamento, novas formas de avaliação”. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, 1, jul.-dez., Curitiba, Editora da UFPR. 2000.

RIMOLI, P.A.R. Qualidade pós-colheita de longans submetidas ao tratamento hidrotérmico e de desidratação, embaladas e armazenadas sob refrigeração. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Goiás. 91 p. 2020.

ROUSSEAU, L. et al Soil macrofauna as indicators of soil quality and land use impacts in smallholder agroecosystems of western Nicaragua. **Ecological Indicators**, v. 27, p. 71-82, 2013.

ROŽEN, A. et al Soil faunal activity as measured by the bait-lamina test in monocultures of 14 tree species in the Siemianice common-garden experiment, Poland. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 45, p. 160-167, 2010.

SAUER, S.; FRANÇA, F. C. (2012). Código Florestal, função socioambiental da terra e soberania alimentar. **Caderno CRH**, 25, 285-307. 2012.

SOUZA, A. F.; MATOS, D. U.; FORGIARINI, C.; MARTINEZ, J. Seed crop size variation in the dominant South American conifer *Araucaria angustifolia*. **Acta Oecologica**, 36, 126-134, 2010. doi: 10.1016/j.actao.2009.11.001

SPAROVEK, G. et al. (2011). **A revisão do Código Florestal brasileiro**. Novos Estudos - CEBRAP, 111-135.

SPAROVEK, G.; BERNDES, G.; BARRETTO, A.; KLUG, I. (2012). The revision of the Brazilian Forest Act: increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? **Environmental Science & Policy**, 16, 65-72. 2012.

STARZYNSKI, R.; NALON, M.A.; FRIZO, C.G.A.; SOUZA, P.M. Estratégias para a preservação da *araucaria angustifolia* (bertol.) kuntze em Cunha-SP, Brasil: aspectos ambientais, socioeconômicos e jurídicos. **Rev. Inst. Flor.** v. 32 n. 2 p.187-201 dez. 2020

TAGLIARI, M.M.; MOREIRA, V.A.; PERONI, N. Análise de programas de pagamento por serviços ambientais no Sul do Brasil: Identificando estratégias para a conservação da *araucária angustifolia*. **Desenvolv. Meio Ambiente**, v. 50, p. 216-233, abril 2019.

TEIXEIRA, C. O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM UNIDADE DE CONSERVAÇÃO: a “naturalização” do social. **RBCS** Vol. 20 nº. 59, 2005.

THOMAS, P. **Araucaria angustifolia**. The IUCN Red List of Threatened Species, 2013. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T32975A2829141.en.

DA SILVA, C. V. V.; M. S. REIS. Produção de pinhão na região de caçador: aspectos da obtenção e sua importância para comunidades locais. **Ciência Florestal**, 19(4), 363-374, 2009. doi: 10.5902/19805098892

WENDLING, I. **Tecnologia de enxertia de Araucaria angustifolia para produção precoce de pinhões, com plantas de porte reduzido**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015. 7 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 351).

WREGE, M.S. et al. Principais fitofisionomias existentes no estado do Paraná e os novos cenários definidos pelas mudanças climáticas globais. **Ambiência**, v.13, n.3, p.600-615, 2017.

WREGE, M. S. et al. **Variáveis climáticas relacionadas aos serviços ambientais: estudo de caso da araucária**. In: Parron, L. M. et al. (Org.). Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica. Brasília, DF: Embrapa, 2015 p. 242-247.

WUNDER, S. **Payments for environmental services: Some nuts and bolts**. CIFOR Occasional Paper, 2005. Disponível em: https://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-42.pdf