

JEAN FERNANDO SILVA GIL

**GESTÃO ECONÔMICA PARA RECUPERAÇÃO DE UMA MATA CILIAR: UMA
ABORDAGEM ESTOCÁSTICA**

Botucatu

2021

JEAN FERNANDO SILVA GIL

**GESTÃO ECONÔMICA PARA RECUPERAÇÃO DE UMA MATA CILIAR: UMA
ABORDAGEM ESTOCÁSTICA**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de
Mestre em Ciência Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Simões
Coorientadora: Prof.^a Dra. Magali Ribeiro

Botucatu

2021

G463g	Gil, Jean Fernando Silva Gestão econômica para recuperação de uma mata ciliar: uma abordagem estocástica / Jean Fernando Silva Gil. -- Botucatu, 2021 119 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu Orientador: Danilo Simões Coorientadora: Magali Ribeiro da Silva 1. Restauração florestal ativa. 2. Estudo de tempos. 3. Método de Monte Carlo. 4. Custo anual uniforme equivalente. I. Título.
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: GESTÃO ECONÔMICA PARA RECUPERAÇÃO DE UMA MATA CILIAR:
UMA ABORDAGEM ESTOCÁSTICA

AUTOR: JEAN FERNANDO SILVA GIL

ORIENTADOR: DANILO SIMOES

COORDINADORA: MAGALI RIBEIRO DA SILVA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIA FLORESTAL,
pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. DANILO SIMOES (Participação Virtual) 
Engenharia de Produção / UNESP - Campus Experimental de Ilapeva

Dr.ª MARIA JOSÉ BRITO ZAKIA (Participação Virtual) 
./ Práxis Assessoria Socioambiental

Dr.ª SILVANA RIBEIRO NOBRE (Participação Virtual) 
./ Atrium Assessoria Florestal Ltda.

Botucatu, 19 de março de 2021

Aos meus amados avós, (In memoriam)

Leonor e Anibal,

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, que em sua infinita misericórdia e bondade está sempre comigo em todos os momentos, vigiando, guiando e iluminando o caminho para que o próximo passo seja alcançado.

Aos meus queridos pais, Valquíria e Amauri, por toda a educação, valores ensinados, amor incondicional, carinho e confiança dedicados a mim.

Ao Prof. Dr. Danilo Simões, pela orientação, paciência e ensinamentos transmitidos e a Prof. Dra. Magali Ribeiro pela coorientação.

À toda minha família, Rodrigues, Gil e Carneiro, em especial à minha querida esposa e companheira Maiara Rodrigues Gil, por viver comigo esse sonho e me incentivar a fazer sempre o melhor.

À minha equipe de pesquisa em bioeconomia, Ricardo, Daniele, Rafaele, Jorge, Diego, Lara, e Laryssa, pela amizade, disposição, conhecimentos compartilhados, dinamismo e prestatividade.

Ao projeto Gigante Guarani por disponibilizar todo o material necessário para que esse trabalho fosse realizado.

À empresa Imperium e seus colaboradores pela prestatividade e atenção.

Aos meus irmãos da república Mato Minas, Lisandro, Júlio, Rafael (Bibi), Rodrigo (Pepa), Hugo (Manaus), Vinicius, Vitor, Gean (Gaúcho), Karol e Milo pelos diversos momentos de alegria, descontração e divertimento que, sem sombra de dúvidas, foram fundamentais no desenvolvimento desse trabalho.

A todas as amigas oriundas da minha querida Unesp Lageado, em especial, Jhuan, Jheyson, Aline, Alessandra, Felipe, Renato e Gleyze.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal (PPGCF) e aos colaboradores da Faculdade de Ciências agrônômicas de Botucatu, pela prestatividade, eficiência, respeito e carinho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código do financiamento 001.

RESUMO

A aplicação de capital demandado para a restauração florestal pode limitar a execução destes projetos de investimento, sobretudo, devido a probabilidade de ocorrência de valores da produtividade efetiva das operações e custo final dos projetos. À vista disso, o objetivo foi analisar se as incertezas associadas a projetos de investimento em restauração florestal ativa interferem na produtividade efetiva das operações silviculturais e custos de implantações e manutenções pós-plantio. Deste modo, foram ponderados três projetos de investimentos em restauração florestal ativa que diferiram em função dos recipientes utilizados para a produção das mudas florestais nativas, logo, foi realizado o plantio de mudas produzidas em sacos de polietileno, tubetes de polietileno e *Ellepot*[®]. Sob condições de incertezas, foram ponderados os tempos dos elementos de trabalho, as produtividades efetivas das operações silviculturais, os componentes de custos, os custos totais, custos de produção e custos anuais uniformes equivalentes dos projetos de investimento, aos quais foram ajustadas distribuições de probabilidades. Posteriormente, executou-se a simulação pelo método de Monte Carlo para a geração de números pseudoaleatórios. Os resultados evidenciaram que o projeto de investimento que pondera a aquisição de mudas produzidas em *Ellepot*[®] apresentou maior produtividade efetiva da implantação, menor produtividade efetiva da manutenção pós-plantio, entretanto, o menor custo anual uniforme equivalente quando comparado aos projetos de investimento que empregaram mudas produzidas em sacos de polietileno e tubetes de polietileno.

Palavras-chave: Análise de investimentos. Custos operacionais. Estudo de tempos. Monte Carlo. Restauração florestal.

ABSTRACT

The application of capital demanded for forest restoration can limit the execution of these investment projects, mainly due to the probability of occurrence of values of the effective productivity of the operations and the final cost of the projects. In view of this, the objective was to analyze whether the uncertainties associated with investment projects in active forest restoration interfere with the effective productivity of silvicultural operations and the costs of post-planting implantations and maintenance. In this way, three investment projects in active forest restoration were considered, which differed according to the containers used for the production of native forest seedlings, therefore, the planting of seedlings produced in polyethylene bags, polyethylene tubes and *Ellepot*® was carried out. Under conditions of uncertainty, the times of the work elements, the effective productivity of silvicultural operations, the cost components, total costs, production costs and equivalent uniform annual costs of investment projects were weighted, to which probability distributions were adjusted. Subsequently, the Monte Carlo method simulation was performed to generate pseudo-random numbers. The results showed that the investment project that considers the acquisition of seedlings produced in *Ellepot*® showed greater effective productivity of the implantation, less effective productivity of the post-planting maintenance, however, the lowest uniform annual cost equivalent when compared to the investment projects that employed seedlings produced in polyethylene bags and polyethylene tubes.

Keywords: Investment analysis. Operational costs. Times study. Monte Carlo method. Forest restoration.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Capítulo 1

Figura 1 – Distribuição das mudas florestais nativas na área experimental.....41

Figura 2 – Coeficiente de correlação de *Spearman* (ρ_s) dos elementos de trabalho das operações de implantação.....49

Figura 3 – Coeficiente de correlação de *Spearman* (ρ_s) dos elementos de trabalho das operações de manutenção pós-plantio.....50

Figura 4 – Função densidade de probabilidade (FDP) da produtividade efetiva da implantação e manutenção dos projetos de investimento.....52

Figura 5 – Valor modal da produtividade efetiva da implantação e manutenção em função da mudança percentual das operações.....55

Capítulo 2

Figura 1 – Coeficiente de correlação de *Spearman* (ρ_s) dos componentes de custo total dos projetos de restauração florestal.....75

Figura 2 – Valor modal do custo de produção dos projetos de investimento em restauração florestal.....77

Figura 3 – Frequências cumulativas de probabilidade dos custos anuais uniformes equivalentes (CAUE) dos projetos de investimento em restauração florestal ativa.....78

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1 – Altura média (cm) das espécies florestais nativas utilizadas nos projetos de investimento.....	40
--	-----------

Tabela 2 – Descrição dos elementos de trabalho efetivo das operações de implantação e manutenções das mudas florestais nativas.....	44
--	-----------

Capítulo 2

Tabela 1 – Altura média (cm) das espécies florestais nativas utilizadas nos projetos de investimento.....	68
--	-----------

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

KS	<i>Kolmogorov-Smirnov</i>
INDC	<i>Intended Nationally Determined Contribution</i>
LVd	Latossolo Vermelho distrófico
NPK	Nitrogênio, Fósforo e Potássio
PEH	Produtividade Efetiva por Homem
HA	Área de trabalho
TPT	Tempo efetivo de trabalho
EPIs	Equipamentos de Proteção Individual
BIC	<i>Bayesiano de Schwarz</i>
CT	Custo Total
CD	Custo Direto
CI	Custo Indireto
CP	Custo de Produção
CHET	Custo por Hora Efetiva de Trabalho
PE	Produtividade Efetiva
FC	Fluxo de Caixa
DP	Depreciação econômica de ativos imobilizados
DA	Custos Administrativos
CAPEX	Capital expenditure
WACC	<i>Weighted Average Cost of Capital</i>
CAPM	<i>Capital Asset Pricing Model</i>
CAUE	Custo Anual Uniforme Equivalente
USD	Dólar Americano
FDP	Função Densidade de Probabilidade

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	21
REVISÃO DE LITERATURA	23
Restauração de matas ciliares	23
Qualidade de mudas florestais	24
Recipientes para a produção de mudas florestais	25
Engenharia de métodos	26
Custos de produção	27
Custo anual uniforme equivalente	28
Taxa do custo de oportunidade do projeto	29
Coeficiente do risco sistemático	30
Análise de risco unitário	31
Simulação pelo método de Monte Carlo	32
Adaptação dos dados aos testes de aderência	33
CAPÍTULO 1 - Restauração de uma mata ciliar: análise da produtividade efetiva das operações sob condições de incertezas	35
1.1 INTRODUÇÃO	36
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	38
1.2.1 Área experimental	38
1.2.2 Descrição das operações silviculturais	39
1.2.3 Estudo da produtividade	43
1.2.4 Análise estocástica	46
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
1.3.1 Ajuste das distribuições de probabilidades dos elementos de trabalho	47
1.3.2 Análise da correlação dos elementos de trabalho das operações	48
1.3.3 Análise estocástica da produtividade efetiva	51
1.4 CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
CAPÍTULO 2 - Análise estocástica de investimentos em restauração florestal: um estudo de caso no Brasil	64
2.1 Introdução	65
2.2 Métodos	66
2.2.1 Área experimental	66
2.2.2 Descrição das operações silviculturais	67

2.2.3	Análise econômica	69
2.2.4	Estimativa da taxa do custo de oportunidade	71
2.2.5	Custo anual uniforme equivalente	73
2.2.6	Análise estocástica.....	73
2.3	Resultados.....	74
2.3.1	Custo de oportunidade dos projetos de investimento.....	74
2.3.2	Análise estocástica do custo total.....	74
2.3.3	Análise dos custos de produção.....	76
2.3.4	Custo anual uniforme equivalente	77
2.4	Discussão	79
	LITERATURA CITADA	82
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
	REFERÊNCIAS.....	91

INTRODUÇÃO GERAL

As florestas fornecem à humanidade diversos benefícios diretos e indiretos, como a melhora da qualidade da água, madeira para construção, subprodutos para fabricação de medicamentos, controle do clima, abrigo da fauna silvestre, recreação e lazer, dentre outros. Contudo, devido, principalmente, à expansão agropecuária e ao crescimento populacional, ocorreu uma redução drástica de florestas nativas no Brasil.

À vista disso, o Brasil assumiu o compromisso internacional de restaurar até 2030 o total de 12 milhões hectares (*Intended Nationally Determined Contribution*, 2015). Neste sentido, a restauração florestal pode ser considerada uma técnica de suma importância para restituir os ecossistemas degradados, conseguinte, retorná-los ao mais próximo possível de sua condição original.

No Brasil, a restauração florestal ativa normalmente é realizada por meio do plantio de mudas florestais nativas. Desta maneira, as mudas são disponibilizadas aos produtores rurais em diferentes recipientes, normalmente produzidas em sacos de polietileno ou tubetes de polietileno e, a partir do avanço das tecnologias empregadas na produção de mudas florestais, estão sendo produzidas em recipientes degradáveis.

A escolha das mudas é pautada no menor preço de aquisição bem como na sua disponibilidade nos viveiros florestais. No entanto, os recipientes em que estas mudas são produzidas podem influenciar tanto na produtividade das operações no campo quanto no custo final do projeto, portanto, são necessárias informações técnicas que possam dimensionar essas diferenças.

Não obstante, ressalta-se que o custo final do projeto de restauração está sujeito a oscilações em função das incertezas envolvidas, tais como, o tamanho da área, o local onde será implantada a floresta, variações do preço das mudas, insumos florestais, mão de obra e técnica de restauração empregada e número de manutenções realizadas. Dessa maneira, observa-se que as técnicas comumente empregadas para determinar a produtividade efetiva das operações e custo de produção em projetos de restauração florestal não capturam essas incertezas.

Deste modo, é necessária uma análise que possa dimensionar, sob condições de incerteza, o quanto os diferentes recipientes utilizados na produção de mudas podem impactar na produtividade efetiva das operações e conseguinte no custo total do projeto de restauração, a fim de que restauradores possam basear-se nessas

informações para tomada de decisão. E por fim, restaurar com diligência, no menor custo, visando a sustentabilidade da floresta e seus serviços ecossistêmicos.

À vista disso, têm-se a hipótese que as mudas florestais nativas produzidas em diferentes recipientes podem interferir na produtividade efetiva das operações silviculturais de implantação das mudas e manutenção pós-plantio e, por conseguinte, no custo dos projetos de investimento em restauração florestal.

Isto posto, o objetivo foi analisar se as incertezas associadas a projetos de investimento em restauração florestal ativa interferem na produtividade efetiva das operações silviculturais e custos de implantações e manutenções pós-plantio.

REVISÃO DE LITERATURA

Restauração de matas ciliares

As florestas fornecem ao homem diversos benefícios diretos e indiretos, como a purificação da água, regulação climática, produção de oxigênio, alimentos e matéria-prima para construção, bem como recreação e lazer (GOMES; DANTAS NETO; SILVA; 2018). No Brasil, houve aumento significativo de pesquisas voltadas aos benefícios das florestas, e o bioma Mata Atlântica apresentou um número significativo de estudos. Entretanto, diversos problemas ameaçam a biodiversidade das florestas brasileiras (PARRON et al., 2019).

O desmatamento, com posterior uso inadequado do solo, pode ocasionar distúrbios ambientais como assoreamento e contaminação dos rios; deslizamentos de terras e extinção de espécies de animais e plantas (SCORIZA et al., 2015; SILVA et al., 2016; MARENZI, 2018). Deste modo, na busca de restabelecer a sustentabilidade dos recursos naturais, a restauração florestal vem sendo discutida e empregada em diversos projetos ambientais (RODRIGUES; GANFALFI; BRANCALION, 2015).

A restauração florestal pode ser definida como a ciência que acompanha e promove o desenvolvimento ecológico de sistemas degradados. Este considera um nível aceitável de biodiversidade e funcionamento dos ecossistemas, destacando a importância da sustentabilidade, bem como a relação homem e natureza (ENGEL; PARROTA, 2003; SER, 2004; CLEWELL; ARONSON, 2007).

Na restauração de matas ciliares, que são vegetações localizadas na margem dos corpos d'água, a escolha da técnica pode influenciar na sustentabilidade da floresta. Logo, alguns restauradores baseiam-se em ecossistemas de referência, onde as funções ecológicas da comunidade operante apresentam resiliência significativa, caracterizadas pelo elevado nível de conservação e autossustentabilidade (ROSENFELD; MÜLLER, 2017; FENGLER et al., 2017; BALETRINA et al., 2019).

As técnicas usualmente utilizadas em projetos de restauração são: regeneração natural por condução, adensamento ou enriquecimento; nucleação; poleiros artificiais ou naturais; transplante de plântulas, banco de sementes e serapilheira; estaquia; semeadura direta e, por fim, o plantio de mudas (ALMEIDA, 2016). Sobretudo, a aplicação dessas técnicas tem estreita relação com a legislação ambiental vigente (DURIGAN et al., 2010).

No entendimento de Klippel et al. (2015), a escolha da técnica para restaurar matas ciliares baseia-se em características intrínsecas do local, como: remanescentes de florestas no entorno, banco de sementes, custo de implantação, manutenção e possibilidade de posterior exploração sustentável da área. No qual, conforme Oliveira e Engel (2017), em floresta estacional semidecídua, a técnica comumente empregada é restauração ativa por meio do plantio de mudas nativas.

No plantio em área total, a legislação vigente autoriza a utilização das técnicas de semeadura direta e plantio de mudas que podem ser realizadas de forma sistêmica ou aleatória (BRASIL, 2011; BRASIL, 2014). Para isso, deve atentar ao número mínimo de espécies, classe de sucessão, ou seja, pioneira, secundária e clímax, bem como o espaçamento escolhido, no qual usualmente são utilizados o 3 m x 2 m, que comporta 1.667 mudas ha⁻¹ ou 2 m x 2 m com 2.500 mudas ha⁻¹ (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009; EMBRAPA, 2020).

Qualidade de mudas florestais

O bom desenvolvimento inicial de florestas nativas está relacionado, dentre outros fatores, com a qualidade das mudas florestais utilizadas (LIMA FILHO et al., 2019). Dessa forma, para uma muda ter qualidade, deve-se considerar principalmente: a ausência de sintomas de deficiência nutricional e danos de pragas e doenças, a presença de raízes novas com sistema radicular bem aderido ao substrato e ter passado pelo processo de rustificação (FREITAS et al., 2017; FIGUEIREDO et al., 2019).

A qualidade de mudas florestais pode ser afetada em função do manejo durante e após o plantio, portanto, os restauradores devem se atentar às técnicas empregadas no processo (BERTIN, et al., 2012). Com isso, conforme Degrande et al. (2012) e Nyoka et al. (2015), é exigido dos restauradores o conhecimento do manejo necessário de cada espécie, o que acaba sendo um desafio para conservação e sustentabilidade inicial de florestas nativas.

Na restauração florestal, o uso de mudas de qualidade pode ser um fator determinante no estabelecimento da floresta. De acordo com Lisboa et al. (2012), mudas de qualidade possuem vantagem adaptativa após o plantio. Dessa maneira, mesmo em condições de estresse, podem atingir o potencial crescimento e assim,

conforme Barroso, Carneiro e Leles (2000) e Barbosa, Rodrigues e Couto (2013), reduzir o custo com operação de replantio e controle de plantas daninhas.

Recipientes para a produção de mudas florestais

Na produção de mudas florestais nativas em larga escala utilizam-se recipientes que acomodam o sistema radicular da muda até o plantio em local definitivo (PINTO et al., 2016; GONÇALVES et al., 2019). Dessa forma, para atender a demanda, no mercado estão disponíveis diversos tipos de recipientes com formas, capacidade volumétrica e materiais diferentes, como: sacos e tubetes de polietileno e materiais biodegradáveis (BUTZKE et al., 2018; MIRANDA; SOUZA; MAIA, 2018; SANTANA et al., 2019).

Em projetos de restauração florestal, tem-se empregado mudas produzidas em diferentes tipos de recipientes e volumes (BARBOSA; RODRIGUES; COUTO, 2013; NASCIMENTO et al., 2019; SANTOS et al., 2020). Deste modo, além da relação dos recipientes com o desenvolvimento das mudas, restauradores florestais consideram a disponibilidade e custo de aquisição desse material, uma vez que podem influenciar no custo final de produção (ALVES et al., 2012).

Nesse contexto, na concepção de Oliveira et al. (2016), durante a escolha das mudas em função do recipiente, avalia-se a facilidade de manuseio, disponibilidade e custo de mercado, vida útil do material, facilidade no transporte e armazenamento, bem como a finalidade da produção. Além disso, Gonzaga et al. (2016) observaram que o tipo de recipiente pode influenciar no crescimento das mudas e na esporulação de fungos micorrízicos, em que, de acordo com Cabreira et al. (2019), é capaz interferir na sobrevivência após o plantio em local definitivo.

Atualmente, apesar de viveiristas optarem pelo uso de tubetes de polietileno para produção de mudas, os sacos de polietileno ainda são utilizados, principalmente na produção espécies florestais nativas (ZUFFO et al., 2018; MIRANDA NETO; MARTINS; SILVA, 2019), haja vista que, em função da finalidade de produção, podem promover o crescimento com qualidade das mudas quando comparados com outros recipientes (ALVES et al., 2012; VIEIRA et al., 2019).

Os tubetes de polietileno são amplamente utilizados na produção de mudas florestais, contudo, ao contrário dos sacos de polietileno, no entendimento de Shumacher e Vieira (2016), Navroski et al. (2016) e Dias, Barreto e Ferreira (2016),

apesar da diferença do custo de aquisição quando comparado com o saco de polietileno, podem ser reutilizados após a desinfestação prévia, bem como ocupam menor área no viveiro, além da facilidade no transporte, manuseio e serem passíveis de produção mecanizada, o que acarreta melhor condição ergonômica do colaborador.

Já os *Ellepot*[®] surgem como uma opção aos viveiristas para corrigir problemas com armazenagem, transporte, volume e tempo de degradação dos resíduos de polietilenos ou afins (CONTI et al., 2012; CASTILLO et al., 2019). Estes recipientes, além de resistirem ao ciclo de produção, podem formar mudas com padrões aceitáveis de qualidade, dispensando sua remoção durante o plantio (MENDONÇA et al., 2016; KIM et al., 2018).

Engenharia de métodos

A engenharia de métodos é dada como a ciência que estuda e avalia os sistemas de trabalho, buscando aumentar a produtividade das operações por meio da eficiência operacional, do bem-estar do trabalhador e da redução do custo de produção. A técnica de engenharia de métodos pode ser aplicada em diversas áreas de uma empresa na qual deseja-se melhorar ou conhecer o processo produtivo (PEINADO, 2007; SOUSA et al., 2015; PERREIRA, 2018).

A engenharia de métodos está fundamentada no protocolo dos tempos e métodos do trabalho (BARNES, 1977), permitindo avaliar e propor melhorias no método de trabalho por meio da padronização do processo produtivo e aplicação de métodos eficientes, eliminando movimentos ou elementos operacionais desnecessários (PISUCHPEN; CHANSANGAR, 2014; JAISWAL; SANE; KARANDIKAR, 2016).

Na área florestal, este protocolo pode ser aplicado para avaliar a produtividade das operações (SPINELLI et al., 2002; BILICI; AKAY; ABBAS, 2018; TOWNSEND et al., 2019). Ademais, pode ser empregado para avaliar diferentes modelos operacionais em que, mediante a análise e atenuação ou exclusão dos tempos improdutivos, poderão aumentar a produtividade (MAGAGNOTTI; SPINELLI, 2012; SIMÕES; FENNER; ESPERANCINI, 2014; STRANDGARD; WALSH; MITCHELL, 2015; ARUGA; YAMADA; YAMAMOTO, 2019).

Dentre outros exemplos, o estudo de tempos e métodos tem apresentado resultados significativos na avaliação da produtividade em diferentes postos de

trabalho, auxiliando na tomada de decisão e permitindo a redução dos custos (SIMÕES; SILVA, 2010; GONÇALVES et al., 2014). Do mesmo modo, Mills et al. (2019) enfatiza a importância da análise do tempo das operações, uma vez que pode proporcionar benefícios econômico-financeiros durante a vida útil de um projeto de investimento.

Deste modo, conforme Mori et al. (2015), Wagenaar et al. (2016), Moktadir et al. (2017) e Spinelli et al. (2019), o desempenho, a organização e a produtividade são os principais focos das empresas inseridas em mercados competitivos, ou seja, pautadas no protocolo de tempos e métodos, o qual torna possível avaliar a eficiência das operações.

Custos de produção

O custo de produção é composto pela somatória de todos os dispêndios envolvidos na atividade produtiva. Avaliar estes custos é uma ferramenta indispensável na longevidade de um empreendimento, uma vez que auxiliam diretamente nas tomadas de decisões nos diferentes setores da empresa, desde a escolha da mão de obra e insumos até a formação de preço de venda (GUIMARÃES NETO, 2012; GOLDEN; MASHRUWALA; PEVZNER, 2019; LEE et al., 2019).

Os custos podem ser classificados em função da apropriação dos produtos ou serviços. Sendo custo direto quando é possível aferir de forma objetiva seu consumo durante o processo produtivo e custo indireto quando depende de cálculos, rateios ou estimativas para ser ajustado nos diferentes produtos (VICECONTI; NEVES, 2013; SOLIMAN et al., 2017).

O custo de produção, quando elevado, pode afetar negativamente todos os envolvidos na cadeia produtiva. Portanto, avaliar o processo e testar novas alternativas que possam melhorar ou promover maior eficiência com menor custo são essenciais para a sustentabilidade da empresa (ROY; DUTTA; DEEN, 2015; DENKENA et al., 2017; ABOSREA et al., 2018).

Dessa maneira, devem-se considerar os fatores de custos, que podem ser influenciados devido ao local onde a empresa está inserida, bem como à oscilação de preços de produtos e serviços em função economia global (NÚÑEZ; DEL VALLE; NAVIA, 2017). Logo, Iversen et al. (2020) observaram que a escala e tecnologia de

produção, fatores ambientais e regulamentações podem influenciar no custo de produção.

Na concepção de Wang et al. (2020) e Mashinini e Soni (2020), tomar medidas que maximize a vida útil de equipamentos e melhore a eficiência operacional pode reduzir o custo de produção. Portanto, de acordo com Touili et al. (2020), a primeira etapa para viabilizar projetos de investimento é a quantificação do custo de produção.

Custo anual uniforme equivalente

Os dispêndios associados a projetos de investimento podem impactar no custo de produção (XIAO et al., 2020). Dessa forma, a aquisição de um ativo ou serviço não deve ser decidida mediante apenas ao seu custo inicial ou de implantação, mas por meio de um estudo que considere todos os dispêndios durante o projeto (RISOR et al., 2019).

O Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) é um método que converte os custos obtidos no projeto em uma série anual uniforme no fluxo de caixa, descontada a taxa do custo de oportunidade. Por conseguinte, as informações obtidas podem auxiliar gestores em suas tomadas de decisões (SANAYE et al., 2010; HANG; QU; ZHAO, 2011; MOSTAFAEIPOUR et al., 2014).

Uma das aplicações desse método é a possibilidade de comparação de diferentes projetos de investimentos, visto que será atrativo o projeto que apresentar o menor custo mediante as variáveis analisadas. Em razão disso, pode ser aplicado para a tomada de decisão de aquisição de novas tecnologias, comparando-as com os equipamentos ou técnicas convencionais (COLEN; BRITO, 2010; SEABRA, 2017; ERSHADI; KARIMIPOUR, 2018; LEME; BJÖRNEBO; SPATARI; GURIAN, 2018).

Ao optar pelo método CAUE é preciso informações do projeto ou ativo como, por exemplo, custos de capital, custo de recuperação de capital, tributos, manutenção, bem como o valor do investimento e resíduo gerado no final de cada ano. Posteriormente, essas informações são agrupadas, organizadas e analisados em um fluxo de caixa seguido da apuração dos dados (JIANG et al., 2015; ROEBELING et al., 2018; BJÖRNEBO; SPATARI; GURIAN, 2018)

Na área florestal, o CAUE pode ser empregado para avaliar diferentes projetos de investimentos que promovem a sustentabilidade ambiental (JAYASOORIYA et al., 2017; YOON; NADERPAJOUH; HASTAK, 2019) e ainda, conforme Santos et al.

(2016), torna-se possível comparar e escolher projetos de investimentos com custos diferentes, mas vantagens semelhantes.

Taxa do custo de oportunidade do projeto

Em projetos de investimentos, a taxa do custo de oportunidade representa a taxa de juros pré-determinada e aplicada para demonstrar o valor presente de fluxos de caixa futuros (CELIKER et al., 2016; JIANG, 2017; LILFORD; MAYBEE; PACKEY, 2018). Estas informações refletem como o projeto futuro deve ser analisado, utilizando argumentos confiáveis que podem ser empregados para ajustar os custos e reembolsos aos valores presentes (GARCÍA-GUSANO et al., 2016).

A taxa do custo de oportunidade possui uma relação direta com os riscos relativos ao investimento. Logo, as taxas atribuídas aos projetos podem variar em função da vida útil e nível de risco associado (NOLLALA, 2004; MARTÍN-BARRERA et al., 2017). Dessa maneira, uma taxa baixa pode favorecer projetos com grande investimento de capital. Em contrapartida, uma taxa alta seria adotada em projetos com maiores custos futuros (LI et al., 2019).

Uma técnica que pode ser utilizada para obter a taxa do custo de oportunidade é o *Weighted Average Cost of Capital* (WACC), o qual considera como fonte de financiamento do projeto tanto o capital próprio quanto aqueles oriundos de terceiros (FRANK; SHEN, 2016; HARVEY, 2020).

O WACC é estabelecido por meio da média ponderada do custo de patrimônio líquido e o custo da dívida da empresa (KUMAR, 2016). O custo com capital de terceiros corresponde à taxa de retorno exigido pelos credores, logo, pode ser determinado por meio da soma taxa livre de risco e o prêmio pelo risco (SERRANO; OLIVA; KRAISELBURD, 2017; ROCHA et al. 2018).

O custo com capital próprio pode ser estimado por meio do *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). Conforme Mossin (1966), Lintner (1975), Sharpe (1964) e Zabarankin, Pavlikov e Uryasev (2014), é um modelo linear de fator único que relaciona uma carteira de mercado com os retornos esperados de um ativo, em que são mensurados os riscos sistemáticos envolvidos.

O método CAPM, conforme Bajpai e Sharma (2015) e Kim e Kim (2016), permite capturar a volatilidade histórica do mercado financeiro por meio das estimativas dos componentes de risco negociadas. Como exemplo: a taxa livre de risco, a taxa de

retorno prevista para a carteira de mercado e o risco mensurável, sistemático. Logo, segundo Cai, Ren e Yang (2015), Nhleko e Musingwini (2016), os dados históricos são empregados para estimar o valor do retorno do ativo.

Coeficiente do risco sistemático

O risco sistemático demonstra o quanto variações no mercado financeiro podem interferir no preço de uma ação ou carteira de ações, ou seja, está associado a aspectos macroeconômicos, como inflação, expansão ou retração da economia, oscilações nas taxas de juros, guerras, crises internacionais e pandemias (ASGHARIAN; CHRISTIANSEN; HOU, 2015; LIOUI, 2016; VIEIRA; FIGUEIREDO, 2018).

Para o cálculo da taxa de custo de oportunidade do investimento, utiliza-se o coeficiente beta para determinar o risco sistemático associado ao ativo. O coeficiente beta é calculado por meio da medida de comparação entre o preço do ativo e o mercado onde é negociado (ROSS et al., 2015; CENESIZOGLU; REEVES, 2018).

Na concepção de Fama e French (2015), o coeficiente beta pode ser definido como a sensibilidade de um ativo associado às oscilações do mercado ao longo do tempo. Nesse contexto, conforme Altay e Çalgici (2019), o coeficiente beta de ativos negociados na bolsa de valores pode ser estipulado por meio da regressão do retorno do ativo de acordo com o retorno do mercado.

O resultado do coeficiente beta do mercado, conforme Assaf Neto, Lima e Araújo (2008) e González (2018), será sempre 1 e o coeficiente beta do ativo oscilará em torno desse número, no mesmo sentido. Se um ativo possuir coeficiente beta menor que 1 é considerado um ativo defensivo, pois possui variação menor que o mercado, em contrapartida, se o ativo possuir coeficiente beta maior que 1 pode ser considerado agressivo, pois possui variações maiores que o mercado.

Nessa perspectiva, o coeficiente beta pode ser aplicado para medir o risco sistemático do mercado de carteiras de ações ou ativo específico em função das variações globais do mercado financeiro (KELLY; PRUITT; SU, 2019). Para isso, na visão de investidores, quanto maior o coeficiente beta maior deverá ser o prêmio pelo risco e, por conseguinte, maior poderá ser retorno econômico para investir no ativo (JEGADEESHAN et al., 2019).

Por fim, o coeficiente beta mede o risco sistemático de empresas com ações negociadas na bolsa de valores. Dessa forma, este coeficiente representa a expectativa da covariância normalizada entre a resposta econômica de um ativo e do mercado em que está inserido, portanto, para determiná-lo, é preciso dispor dos dados do retorno do ativo analisado e do mercado geral (MSELMI et al., 2019; WENZELBURGER, 2020).

Análise de risco unitário

A análise de riscos, conforme Aven (2016) e Borgonovo et al. (2018), está fundamentada nas incertezas associadas a eventos e consequências. Por sua vez, deve-se considerar a identificação e probabilidades de ocorrência desses cenários. Isto posto, os resultados da análise de risco podem fornecer informações que auxiliam no gerenciamento das atividades e, assim, os gestores podem dimensionar o nível de aceitação dos riscos (MEHTA et al., 2018).

Na elaboração de projetos, podem ser aplicados diferentes métodos de análise de riscos. A escolha e aplicação do método considera as diferentes circunstâncias bem como as áreas de conhecimento. Todavia, cabe ao gestor de riscos a escolha do método aplicável ao projeto (SHUPING et al., 2016; AHMED, 2016; YAZDI; KABIR, 2017; ADAR et al., 2017; MANNINI, 2018; KAMIL et al., 2019).

Os investidores possuem comportamentos distintos no nível de aceitação dos riscos, que pode ser neutro, averso ou propenso ao risco (MEIER, 2018; MUKHERJEE; DE, 2018). No entanto, de modo geral, investidores possuem aversão ao risco, nesse sentido, quanto maior o risco associado ao ativo, maior será o retorno exigido pelos investidores (QIN, 2020).

As técnicas de análises de riscos podem influenciar na viabilidade econômica da empresa, pois no entendimento de Merková e Drábek (2015) e Khastgir et al. (2017), os projetos de investimentos que levam em consideração a análise de risco na gestão estratégica de gerenciamento possuem desempenhos significativos. Portanto, a avaliação prévia dos riscos pode auxiliar os tomadores de decisão, garantindo a segurança e confiabilidade no investimento (DURODIÉ, 2017).

Em projetos de investimentos, a análise de risco pode ser aplicada previamente como premissa de decisão estratégica na tomada de decisão da aplicação do capital, uma vez que incertezas estão associadas às atividades devido às possíveis

subjetividades na análise de dados determinísticos (OLIVEIRA, et al., 2017; NOGAS; SOUZA; SILVA, 2014).

A incerteza pode ser entendida com a dispersão de valores de uma determinada variável analisada, ou seja, é o intervalo de possibilidade de ocorrência dos valores (SELF; DEHGHANI; SINGH, 2020; MOHAMMED, A. Y.; GOLIJANEK-JEDRZEJCZYK, 2020). Dessa maneira, a análise das incertezas associada ao projeto em cenários probabilísticos permite atenuar a subjetividade de análises determinísticas (ROBUS et al., 2016).

Simulação pelo método de Monte Carlo

A simulação por meio do método de Monte Carlo é uma ferramenta estocástica, ou seja, não determinística, que utiliza volumes predeterminados de números pseudoaleatórios para determinar a possibilidade de ocorrência de grupos hipotéticos de valores. A denominação Monte Carlo foi dada por Metrópoles e John Von Neumann, baseada em eventos aleatórios em roletas de cassinos na cidade de Monte Carlo, em Mônaco (METROPOLIS; ULAM, 1949; HALTON, 1970; HAIGH; PRIESTLEY; ROPE, 2016).

A aplicação da probabilidade como ferramenta de análise em empresas pode ser um diferencial (ZHENG, YU E WANG 2019). Deste modo, o método de Monte Carlo, ao gerar diversos cenários de forma aleatória e contínua, no ponto de vista de Rout, Sahoo e Thomas (2018), pode assegurar que os dados obtidos não sejam analisados e influenciados com base na visão pessimista ou otimista do analista que realizou as projeções.

O método de Monte Carlo permite quantificar os riscos e atribui distribuições de probabilidade nas incertezas associadas aos projetos de investimento. Assim, pode auxiliar nas tomadas de decisões econômicas com vistas à redução dos riscos inerentes e, assim, eliminar os problemas intrínsecos às análises de origem determinística (HATÓ; KAVICZKI; KRISTÓF, 2016; SOUZA, 2018; SILVA et al., 2019).

À vista disso, na concepção de Hojjati e Noudehi (2015), o método de Monte Carlo é uma ferramenta que pode ser empregada para quantificar os riscos associados a projetos de investimentos, ou seja, é possível conhecer o comportamento dos fatores aleatórios e com isto calcular os riscos. Dessa forma, para Alarcón et al (2011) e

Choudhry et al (2014), esse método tem sido utilizado para abordar as incertezas probabilísticas referentes aos custos e cronogramas de projetos.

Na área florestal, a simulação de Monte Carlo pode ser aplicada para avaliar as consequências dos riscos associados ao projeto, seja pela técnica de manejo ou características do nicho de mercado (LAUTENBERGER, 2017; MONGE et al., 2018; FRIEDRICH et al., 2019), e assim dimensionar as incertezas que, por conseguinte, aumenta a confiabilidade dos dados (GONZALEZ et al., 2014; SAMSUDIN; DON, 2015; SONG et al., 2015; TIAN et al., 2017; JASTAD et al., 2018).

No método de Monte Carlo, cada simulação representa um cenário provável de ocorrência, em que as simulações são armazenadas em uma distribuição de probabilidade (BODA, 2014; KANNAN et al., 2020). Assim sendo, ao recorrer à probabilística, a maneira com que estes eventos ficam organizados permite avaliar a probabilidade de ocorrência de cada cenário (JOSINO et al., 2020).

Adaptação dos dados aos testes de aderência

A adaptação dos dados aos testes de aderência é uma ferramenta estatística que, por meio da função de uma distribuição testada, pode medir a distância da função de probabilidade de variáveis empíricas com variáveis de probabilidade teórica. Com isso, se a hipótese for nula indica que a distribuição testada pode ser empregada para prever o comportamento dos dados observados (MORETTIN; BUSSAB, 2013; BANERJEE; PRADHAN, 2018).

À vista disso, o teste de aderência *Kolmogorov-Smirnov* (KS) baseia-se na comparação do valor de KS crítico, que é o valor tabelado de acordo com o número de observações e nível de significância aceitável, com o KS teste, que é o valor máximo da função de base empírica (WANG; TSANG, 2003; KOLMOGOROV; BHARUCHA-REID, 2018). Logo, de acordo com Al-Labadi e Zarepour (2017), se o p-valor do teste de KS for maior que 0,05 aceita a hipótese nula, ou seja, os dados não diferem de uma distribuição normal.

As análises estatísticas requerem a escolha adequada da distribuição de probabilidade (MURTHY et al., 2004). Isto posto, de acordo com Hauwermeiren (2008), Fairchild, Misra e Shi (2016), a distribuição triangular é empregada como instrumento de modelagem quando se sabe o valor máximo, mínimo e mais provável

do conjunto de dados. Contudo, o sentido assimétrico dessa distribuição é definido pela dimensão do valor mais provável em relação aos valores máximo e mínimo.

A distribuição PERT, assim como a triangular, fornece aos analistas valores máximos, mínimos e mais prováveis de ocorrência, no entanto, não enfatiza os valores extremos e sim o valor mais provável de ocorrência (PETERS, 2016). Dessa maneira, são utilizadas em análises de risco para representar as incertezas de valores estimados subjetivamente (HEIKKILA et al., 2016; MUTLU; ALTUNTAS, 2019).

A distribuição exponencial é caracterizada por ter uma variável X que corresponde a valores contínuos e aleatórios fundamentados no tempo decorrido entre dois eventos sucessivos de uma lei de Poisson (CHEN; YANG, 2018). Logo, esse tipo de distribuição é assimétrico à direita, onde a amplitude dos dados ocorre de zero a mais infinito, no qual a variável aleatória deve satisfazer o parâmetro de beta ser maior que zero (ASLAM, 2018; BALAKRISHNAN; BASU, 2019).

A distribuição Weibull pode ser entendida como a extensão da distribuição exponencial, em que a variação logarítmica segue a distribuição dos menores extremos (MCCOOL, 2012). As distribuições são contínuas, no qual o formato varia de acordo com os parâmetros utilizados e disponibilizados para os analistas ou gestores (MURTY; XIE; JIANG, 2004; BAKOUCH, 2014).

A distribuição Gaussiana inversa ocorre quando uma variável aleatória contínua X possui dois parâmetros maior que zero, dessa maneira, cada função de densidade é empregada para aplicação inerentes na teoria de movimento browniano (TWEEDIE, 1957). Os parâmetros da distribuição utilizados pelos analistas são o μ e λ (ANDERS; ALARIO; VAN MAANEN, 2016; WEI; PAUL; MCNICHOLAS, 2019).

A distribuição lognormal pode fornecer aos gestores os parâmetros média e desvio padrão (FORSEY, 2001). Ademais, a distribuição dos valores possui inclinação para a direita, onde cresce até o valor mais provável e em seguida diminui, além disso, sua simetria é determinada em função do desvio padrão e a média (JIA; NADARAJAH; GUO, 2018; GONZÁLEZ-VAL, 2019).

CAPÍTULO 1

Restauração de uma mata ciliar: análise da produtividade efetiva das operações sob condições de incertezas

Restoration of a riparian forest: analysis of the effective productivity of operations under conditions of uncertainty

Resumo

As incertezas inerentes às operações para restauração florestal podem interferir na produtividade e, por conseguinte, no custo de produção desses projetos de investimento. Ademais, o objetivo foi verificar se o uso de mudas produzidas em diferentes recipientes pode interferir na produtividade efetiva das operações de restauração florestal. À vista disso, foi realizado o estudo de tempos das operações de implantação e manutenção de três projetos de investimento em restauração florestal ativa que diferiam em função dos recipientes utilizados para a produção das mudas florestais nativas. Dessa maneira, foi realizado o plantio de mudas produzidas em sacos de polietileno, tubetes de polietileno e *Ellepot*®. Os tempos demandados para realizar os elementos de trabalho de cada operação e a produtividade efetiva foram as variáveis sob condições de incertezas. Assim sendo, distribuições de probabilidade foram ajustadas a estas variáveis e, por meio da simulação pelo método de Monte Carlo, foram estimados intervalos de valores para os elementos de trabalho e para as produtividades efetivas. Por meio dos resultados foi possível identificar que as mudas produzidas em diferentes recipientes influenciaram nas produtividades efetivas das operações de restauração florestal, sendo que a maior produtividade efetiva da operação de plantio ocorreu no projeto de investimento com mudas produzidas em *Ellepot*®. Na manutenção pós-plantio, a maior produtividade efetiva ocorreu no projeto com mudas produzidas em sacos de polietileno. Os ajustes das distribuições de probabilidade nas incertezas associadas à produtividade efetiva das operações de implantação das mudas florestais nativas e manutenção pós-plantio podem ser empregadas por gestores de restauração em suas tomadas de decisões.

Palavras-chave: Distribuição de probabilidade; Estudo de tempos; Monte Carlo; Projeto de investimento florestal.

Abstract

The uncertainties inherent in forest restoration operations can interfere with the productivity and, consequently, the production cost of these investment projects. In addition, the objective was to verify whether the use of seedlings produced in different containers can interfere with the effective productivity of forest restoration operations. In view of this, a study of the times of the implementation and maintenance operations of three investment projects in active forest restoration was carried out, which differed according to the containers used for the production of native forest seedlings. Thus, seedlings produced in polyethylene bags, polyethylene tubes and degradable *Ellepot*® were planted. The times required to carry out the work elements of each operation and the effective productivity were the variables under conditions of uncertainty. Therefore, probability distributions were adjusted to these variables and, through the Monte Carlo method simulation, ranges of values were estimated for the work elements and for the effective productivity. Through the results it was possible to identify that the seedlings produced in different containers influenced the effective productivity of the forest restoration operations, in which, the highest effective productivity of the planting operation occurred in the investment project with seedlings produced in *Ellepot*®. In post-planting maintenance, the highest effective productivity occurred in the project with seedlings produced in polyethylene bags. Adjustments of the probability distributions in the uncertainties associated with the effective productivity of the operations of implantation of native forest seedlings and post-planting maintenance can be used by restoration managers in their decision making.

Keywords: Probability distribution; Time Study; Monte Carlo method; Forest investment project.

1.1 INTRODUÇÃO

Durante a 21^a Conferência das Partes, realizada em 2015, o Brasil assumiu o compromisso de, até o ano de 2030, realizar a restauração florestal em 12 milhões de hectares. Neste contexto, a restauração florestal apresenta-se como uma ferramenta importante para enfrentar este desafio por meio da reintrodução da flora e fauna em

ecossistemas que foram destruídos ou degradados (SUDING et al., 2015; SER, 2004; INDC, 2015).

A restauração florestal é a ciência que estuda, acompanha e promove o desenvolvimento ecológico de ecossistemas degradados. Deste modo, considera-se a relação do homem com a natureza, bem como a importância da sustentabilidade, nível de biodiversidade e funcionamento dos ecossistemas (ENGEL & PARROTA, 2003; CLEWELL & ARONSON, 2007).

A restauração ativa por meio dos plantios de mudas florestais nativas é a técnica comumente empregada em diversos projetos de restauração florestal (DURIGAN et al., 2013; SOUZA & ENGEL, 2018). Logo, estas mudas podem ser produzidas em diferentes recipientes, como exemplo, saco de polietileno, tubete de polietileno e recipientes degradáveis.

À vista disso, os estudos que envolvem testes com recipientes para produção de mudas florestais nativas exploram o crescimento e desenvolvimento das plantas (BENAMIROUCHE et al., 2019; SMIDERLE et al., 2020; CRUZ et al., 2020; ZAVISTANOVICZ et al., 2020), no entanto, demandam de informações sobre a influência dos recipientes utilizados na produção das mudas na produtividade efetiva das operações de campo.

Nesta perspectiva, na restauração florestal ativa, a produtividade efetiva das operações de implantação e manutenção pós-plantio pode ser considerada o principal recurso produtivo que infere sobre a aceitação ou a rejeição de projetos de investimento mutuamente excludentes. Este fato pode ser explicado conforme o entendimento de Almeida (2016), o qual salienta que esta produtividade pode influenciar no custo de produção de projetos de restauração florestal.

Ressalta-se que a produtividade efetiva das operações de implantação e manutenção de florestas nativas está sob condições de incerteza, pois depende do nível de qualificação da mão de obra, insumos utilizados, qualidade das mudas florestais, tipo de solo, declividade da área, vegetação inicial, condições climáticas e nível tecnológico empregado.

À vista disso, o objetivo foi analisar se mudas florestais nativas produzidas em diferentes recipientes interferem na produtividade efetiva das operações de implantações e manutenções de projetos de restauração florestal sob condições de incerteza.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1 Área experimental

O experimento foi conduzido em uma área de mata ciliar de 1.176 m², localizada nas coordenadas geográficas 23°05' de latitude Sul e 48° 34' de longitude Oeste, na região Centro-Oeste do estado de São Paulo, Brasil, com altitude média de 864 metros. O tipo de vegetação presente na região é a Floresta Estacional Semidecídua, inserida no Bioma Mata Atlântica São Paulo (2009).

A área experimental está localizada em região com clima Cfa - clima subtropical úmido com verão quente, com temperatura média do ar do mês mais quente superior a 22 °C. A precipitação pluvial média anual é de 1.350 mm, sendo o verão a estação com precipitação média de 672 mm e o inverno com média de 112 mm (ALVARES et al., 2013).

O tipo de solo predominante na região é o Latossolo Vermelho distrófico-LVd e relevo com inclinação abaixo de 3% que, conforme Santos et al. (2018), é considerado plano. Antes da intervenção florestal, a vegetação predominante era gramínea do gênero *Brachiaria* spp, além disso, no entorno da área de mata ciliar, estava estabelecido cultivo de cana-de-açúcar.

1.2.2 Descrição das operações silviculturais

A técnica empregada foi a restauração ativa, por meio do plantio de mudas florestais nativas da Mata Atlântica (Tabela 1) em espaçamento 3 m x 2 m, em que foram ponderados três projetos em restauração florestal que diferiram em função do plantio de mudas florestais produzidas em diferentes recipientes. Ademais, foram adquiridas mudas produzidas em sacos de polietileno (1.178 cm³), tubete de polietileno (290 cm³) e *Ellepot*® (160 cm³).

Tabela 1 — Altura média (cm) das mudas florestais nativas utilizadas nos projetos de investimento

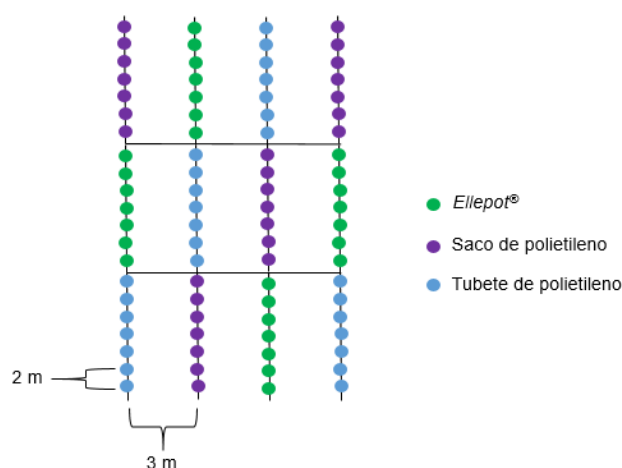
Table 1 - Average height (cm) of native forest seedlings used in investment projects

Espécies	Altura média (cm)		
	Saco de polietileno	Tubete de polietileno	<i>Ellepot</i> ®
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	37,4	27,7	26,3
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	34,5	9,6	22,0
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> Vell.	55,6	17,3	18,5
<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	44,5	12,7	14,0
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	41,3	28,4	33,7
<i>Copaifera langsdorfii</i> Desf.	69,2	19,3	18,0
<i>Genipa americana</i> L.	22,0	22,4	16,7

No campo, o delineamento experimental utilizado foi de blocos inteiramente casualizados, em que cada linha de plantio representou um bloco (Figura 1). Assim sendo, cada bloco era composto por 3 tratamentos com 14 repetições. Os tratamentos corresponderam ao plantio de mudas produzidas em *Ellepot*®, sacos de polietileno e tubetes de polietileno.

Figura 1 — Distribuição das mudas florestais nativas na área experimental

Figura 1 — Distribution of native forest seedlings in the experimental area



Preliminarmente à instalação do experimento, foi realizado o controle de formigas cortadeiras, por meio da busca ativa dos formigueiros na área total. A implantação das mudas florestais nativas foi realizada no mês de maio de 2019. Por conseguinte, as operações de manutenções ocorreram em agosto e novembro de 2019 e fevereiro de 2020. As operações silviculturais realizadas foram:

Roçada pré-plantio: empregou-se a técnica de roçada semimecanizada com roçadora costal. À vista disso, cortou-se o capim rente ao solo, mantendo a cobertura morta para reduzir as plantas daninhas e manter umidade no solo;

Coroamento pré-plantio: em pontos marcados previamente de acordo com o espaçamento das mudas, a cobertura morta deixada após a roçada foi afastada e,

posteriormente, efetuada a capina com enxada manual. Por fim, após remover as plantas daninhas, obteve-se uma circunferência com proximamente 0,5 m de raio;

Coveamento: após o coroamento, com cavadeira manual, abriu-se covas com dimensões médias de 40 cm de profundidade, 40 cm de largura, e 40 cm comprimento. Todavia, acondicionou-se o solo removido ao lado da cova e este foi utilizado posteriormente no plantio;

Adubação de base: em posse de um balde de 20 L no qual havia adubo, composto de mistura de 50% de fertilizante fosfatado, 25% de calcário e 25% de estrume de frango, foram distribuídos 200 gramas desse adubo sobre o solo fora da cova. Após a aplicação, foi feita a homogeneização desse material com a cavadeira;

Irrigação: cada colaborador utilizou dois regadores de 10 L, aplicando no leito de cada cova o volume aproximado de 2 L de solução de água com polímero hidroabsorvente. Em seguida, a mistura de solo e adubo foi devolvida na cova, onde o colaborador perfurou o centro com um alargador de solo e deixou somente o espaço que comportava o volume de cada recipiente;

Distribuição das mudas: o colaborador, em posse de uma sacola com 50 mudas de espécies diferentes, percorria unidade de trabalho acomodando, uma a uma, próximo na cova onde, posteriormente, seria plantada;

Plantio: nesta etapa, o colaborador removia a embalagem, exceto para as mudas no *Ellepot*®, e plantava a muda no local perfurado. Por fim, pressionava-se o solo próximo ao colo da muda para fixá-la ao solo e evitar a formação de bolsões de ar;

Manutenção pós-plantio: foram realizadas três manutenções, a primeira em agosto de 2019, a segunda em novembro de 2019 e a terceira em fevereiro de 2020. Ademais, consistiram em uma roçada semimecanizada com roçadora costal e dois

coroamentos manuais das mudas com enxada manual, cuidando para não danificar as mudas durante a operação;

Adubação de cobertura: foi realizada uma adubação em dezembro de 2019. Nesta operação foram aplicados 100 gramas do adubo formulação NPK 20-00-20, divididos em duas doses de 50 gramas, a aproximadamente 15 cm do colo da muda.

1.2.3 Estudo da produtividade

Como previsão e planejamento da produtividade Hora-homem por hectare (Equação 1), foi realizada a medição, classificação dos elementos de trabalho e a análise do tempo efetivo, por meio do estudo de tempo. Dessa forma, de acordo com Chakroun et al. (2016); Bilici et al. (2018); Silva et al. (2020), foram ponderados os elementos de trabalho que resultaram em produção.

$$PEH = \frac{HA}{TPT} \quad (1)$$

Em que:

PEH é a produtividade efetiva (H-h ha⁻¹);

HA é a área de trabalho (ha);

TPT é o tempo efetivo de trabalho (h).

Na Tabela 2 são demonstrados os elementos de trabalho que compuseram os ciclos de trabalhos das operações da implantação das mudas florestais nativas e manutenções pós-plantio.

Tabela 2 — Descrição dos elementos de trabalho efetivo das operações de implantação e manutenções das mudas florestais nativas

Table 2 - Description of the elements of effective work in the implementation and maintenance operations of native forest seedlings

Operação	Elementos de trabalho	Descrição
Roçada pré-plantio de manutenção	Colocar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e ligar roçadora.	
	Preparo pré-roçada	
	Roçar	Corte do capim com roçadora costal.
	Remover capim	Remover capim enroscado na lâmina de corte da roçadora.
	Manutenção e abastecer	Parada para manutenção e abastecer a roçadora.
Coroamento pré-plantio e de manutenção	Remover galhos	Remover galhos da unidade de trabalho.
	Marcar	Marcar local do coroamento.
	Deslocar	Deslocamento do colaborador que estabelecia o local a ser coroado.
	Coroar	Capina manual de 0,5 m de raio ao redor da muda.
	Remover capim	Remover capim próximo do colo da muda.

Coveamento	Deslocar	Deslocamento do colaborador de uma coroa a outra.
	Covear	Abertura de covas no centro da coroa com a cavadeira manual.
Distribuir tutores	Deslocar	Deslocamento entre as covas e os feixes de tutores.
	Fixar tutor	Acomodar o tutor na cova.
	Pegar feixe	Pegar feixe de tutores para distribuir na unidade de trabalho.
Adubação de base e cobertura	Deslocar	Deslocamento dos colaboradores entre as covas.
	Adubar	Aplicação do adubo nas covas ou próximo do colo das mudas.
	Abastecer	Completar recipiente que armazena o adubo.
Irrigação	Abastecer	Completar os regadores com a solução de irrigação.
	Aplicar	Depositar a solução na cova.
	Deslocar entre covas	Deslocamento dos colaboradores entre as covas.
	Deslocar para abastecer	Deslocamento do colaborador para abastecer os regadores.
Distribuir mudas	Distribuir mudas	Acomodar mudas próximo da cova.

Plantio	Deslocar	Deslocamento do colaborador entre as covas.
	Devolver solo	Transferir o solo solto na cova.
	Aplicar água	Aplicação de água nas covas para facilitar plantio.
	Deslocar	Deslocamento do colaborador entre as covas.
	Perfurar o solo	Perfuração do centro da cova deixando apenas o espaço que comportava a muda.
	Remover fundo	Corte da base do saco de polietileno para remover raízes enoveladas.
	Plantar	Plantar a muda no local perfurado, fixando-a no solo.
	Recolher sacos e tubetes	Recolher sacos e tubetes de polietileno da unidade de trabalho após o plantio.

1.2.4 Análise estocástica

Os tempos dos elementos de trabalho das operações da implantação e manutenções podem possuir incertezas associadas, deste modo, foram ajustadas distribuições de probabilidade nesses elementos, logo, caracterizados como *inputs* dos modelos matemáticos dos problemas em análises.

Como pressuposto, aplicou-se o teste *Kolmogorov-Smirnov* com nível de significância de 1% para verificar a normalidade de distribuição dos dados. Em seguida, foi aplicado o critério de seleção *Bayesiano de Schwarz* – BIC, conforme Shwarz (1978).

Por conseguinte, executou-se a simulação pelo método de Monte Carlo, por meio do software *@RISK Copyright* © 2020 (PALISADE, 2020), para a geração de 100.000 números pseudoaleatórios. Logo, adotou-se o gerador de números *Mersenne Twister* de acordo com Matsumoto & Nishimura (1998), ademais, com o mesmo parâmetro de entrada para os modelos matemáticos Pereira et al. (2020).

Quanto ao parâmetro de saída, isto é, o *output*, foi ponderada a produtividade efetiva. Por fim, para determinar a força monotônica dos valores entre os parâmetros de entrada e saída Bassoli et al. (2020), foi utilizado o coeficiente de correlação de *Spearman* (ρ_s) que, conforme Dellinger (2017), quanto mais próximo de um o valor do coeficiente mais forte é a correlação.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 Ajuste das distribuições de probabilidades dos elementos de trabalho

Nas operações de implantação foram ponderados 40 elementos de trabalho, dos quais 92,50% tiveram o melhor ajuste por meio da distribuição de probabilidade triangular (APÊNDICE A), a qual permite a predição dos valores mínimo, mais provável e máximo, consentido aos gestores de restauração tomadas de decisão com acurácia. De acordo com Paz et al. (2018); Campbell & Anderson (2020), essa

distribuição é aplicada com frequência em análises de projetos, uma vez que pode ser modelada a partir da faixa de valores.

Nas operações de manutenção pós-plantio (APÊNDICE B), 89,66% dos elementos de trabalho tiveram o melhor ajuste na distribuição de probabilidade triangular, ademais, na concepção de Erol et al. (2017); Hodgett & Siraj (2019), essa distribuição pode ser empregada para subsidiar tomadas de decisões em projetos, de acordo com a opinião de especialistas.

Os demais elementos de trabalho, tanto na implantação quanto na manutenção, tiveram o melhor ajuste por meio da distribuição de probabilidade exponencial sendo que, de acordo com Ieren & Abdullahi (2020), podem prospectar aos gestores de restauração o tempo mínimo e o tempo mais provável dos elementos de trabalho.

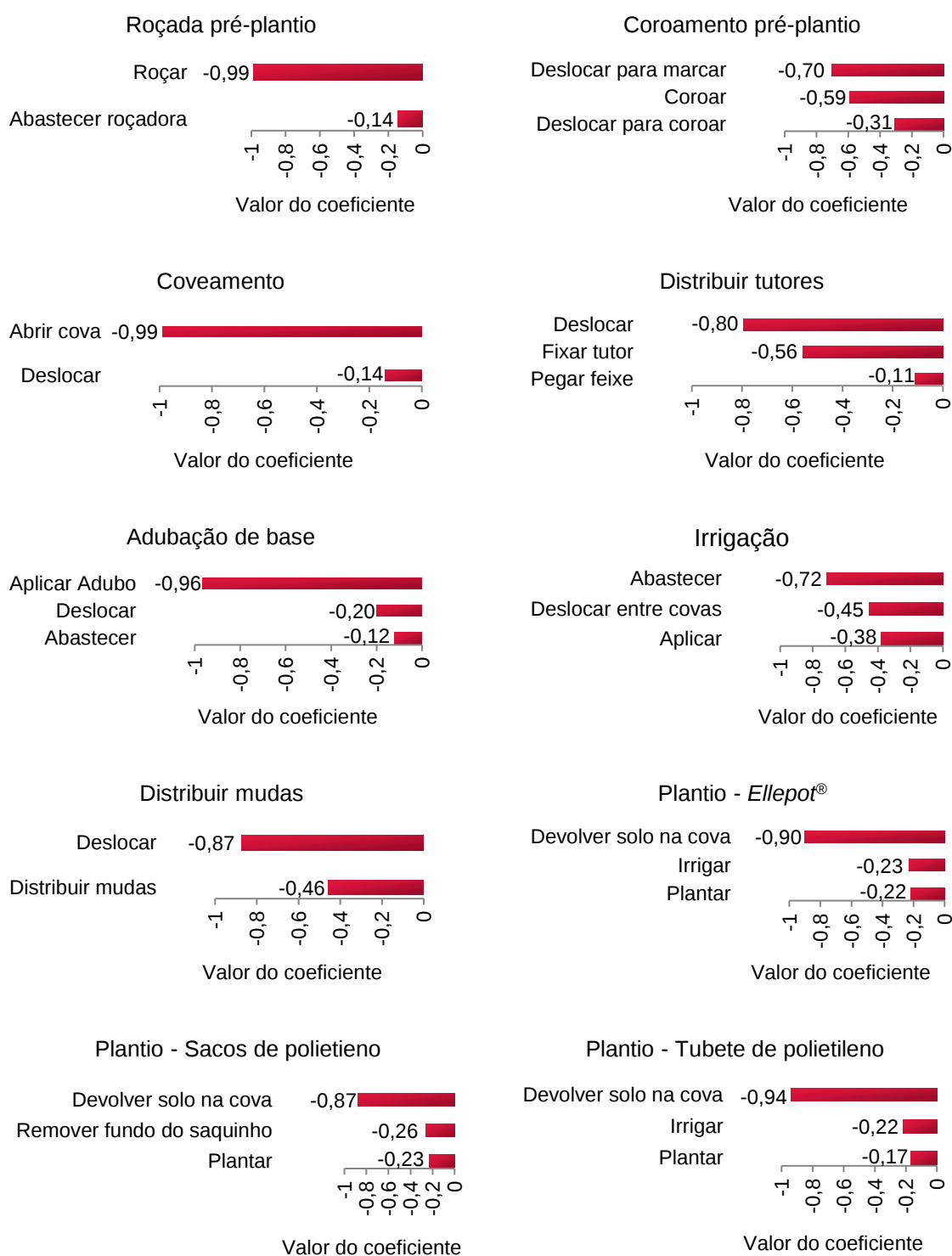
1.3.2 Análise da correlação dos elementos de trabalho das operações

Na implantação, os elementos de trabalho roçar, abrir cova, deslocar, aplicar adubo, deslocar e devolver solo na cova das operações, roçada pré-plantio, coveamento, distribuir tutores, adubação de base, distribuir mudas e plantio, respectivamente, apresentaram valores de ρ_s superiores a -0,80 (Figura 2), o que, conforme Fitz-Gibbon & Morris (1987), indica correlação muito forte entre as variáveis.

Os elementos de trabalho coroar, fixar tutor, deslocar entre covas e distribuir mudas das operações, coroamento pré-plantio, distribuir tutores, irrigar e distribuir mudas, respectivamente, apresentaram valores de ρ_s entre -0,41 e -0,60, indicando, assim, correlação moderada entre as variáveis.

Figura 2 — Coeficiente de correlação de *Spearman* (ρ_s) dos elementos de trabalho das operações de implantação

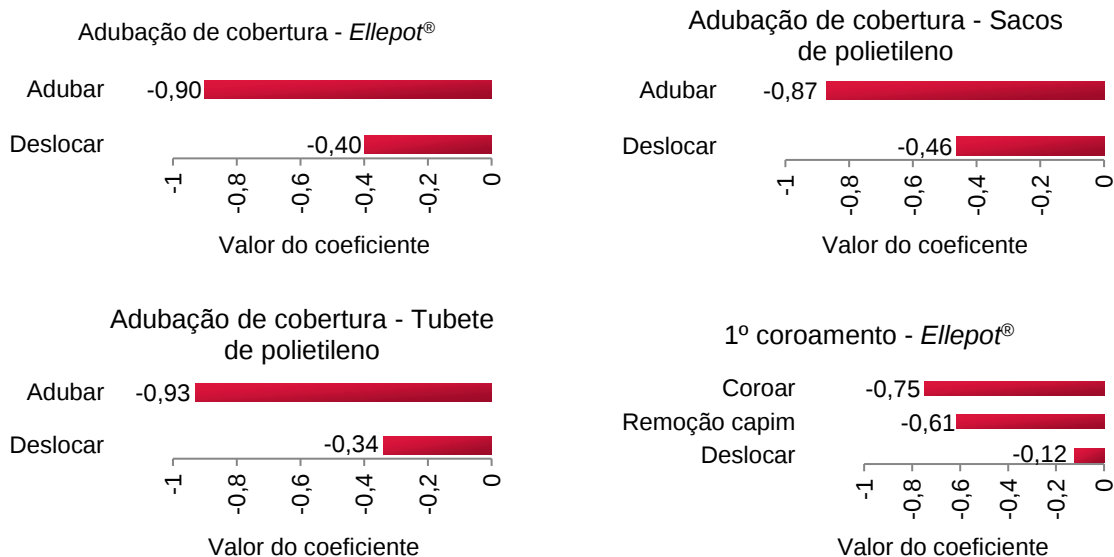
Figure 2 — Spearman's correlation coefficient (ρ_s) of the work elements of the implantation operations

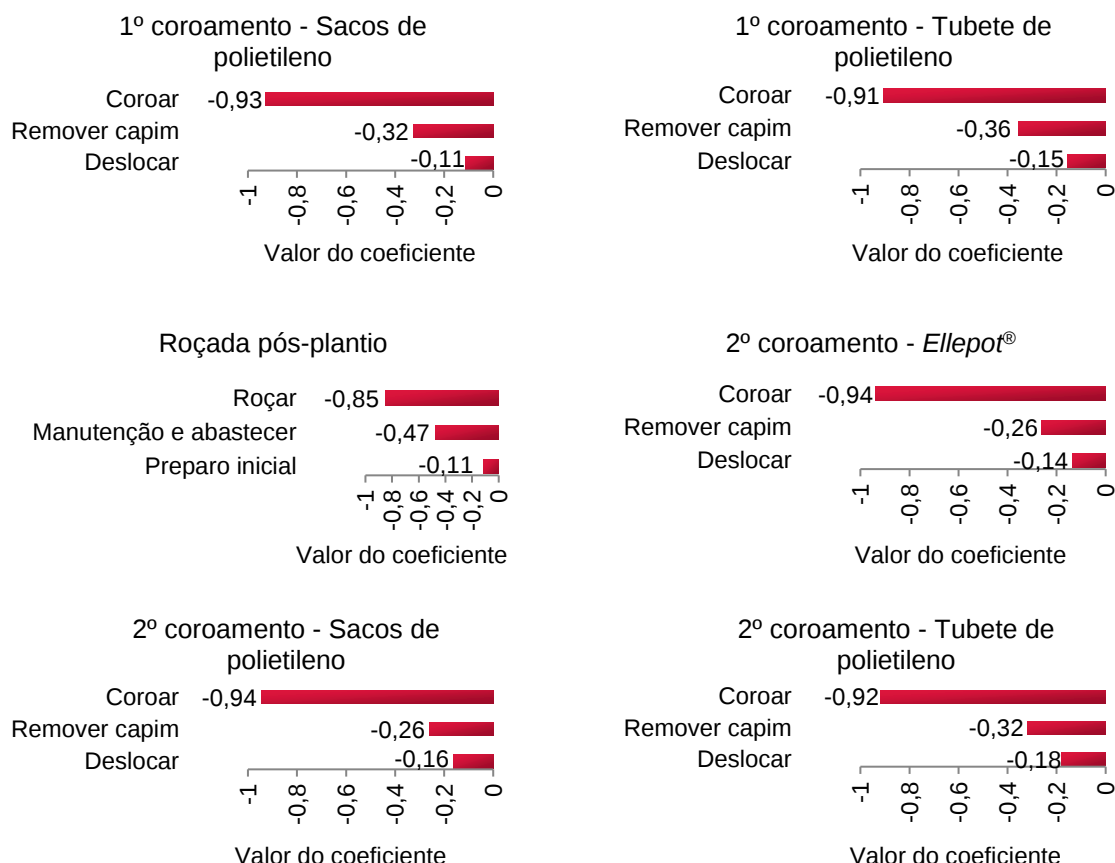


Na manutenção pós-plantio (Figura 3), constatou-se valores de ρ_s superiores a -0,80 nos elementos de trabalho adubar, coroar, roçar, nas operações de adubação de cobertura, roçada pós-plantio e primeiro e segundo coroamento, exceto nas mudas produzidas em *Ellepot*®. Estes valores de correlação, de acordo com Hair et al. (2003), evidenciam correlação muito forte entre as variáveis. Os valores de correlação de ρ_s entre -0,41 e -0,60 dos elementos de trabalho manutenção e abastecer da operação de roçada pós-plantio e deslocar das operações de adubação pós-plantio evidenciam correlação moderada entre as variáveis.

Figura 3 — Coeficiente de correlação de *Spearman* (ρ_s) dos elementos de trabalho das operações de manutenção pós-plantio

Figure 3 — Spearman's correlation coefficient (ρ_s) of the work elements of post-planting maintenance operations





1.3.3 Análise estocástica da produtividade efetiva

Nas variáveis sob condições de incertezas das operações de implantação e manutenção foram ajustadas diferentes distribuições de probabilidades que, se especificadas corretamente, de acordo com Thomas et al. (2020), melhoram a previsão dos resultados e, por conseguinte, a interpretação dos dados.

A maior produtividade efetiva da implantação foi observada no projeto que contempla mudas produzidas em *Ellepot®* ajustadas por meio da distribuição de probabilidade Lognormal (BIC=47.189,71) que, conforme Jia, Nadarajah & Guo (2018); González-Val (2019), possui inclinação para a direita, com valores decrescentes após o valor mais provável, em que os parâmetros média

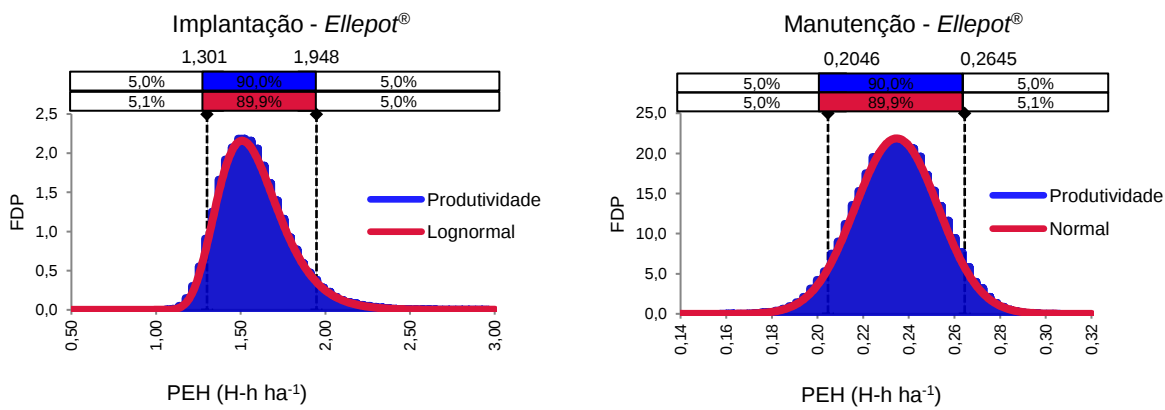
(1,581 H-h ha⁻¹) e desvio padrão (0,201 H-h ha⁻¹) podem ser as variáveis empregadas pelos gestores de restauração florestal.

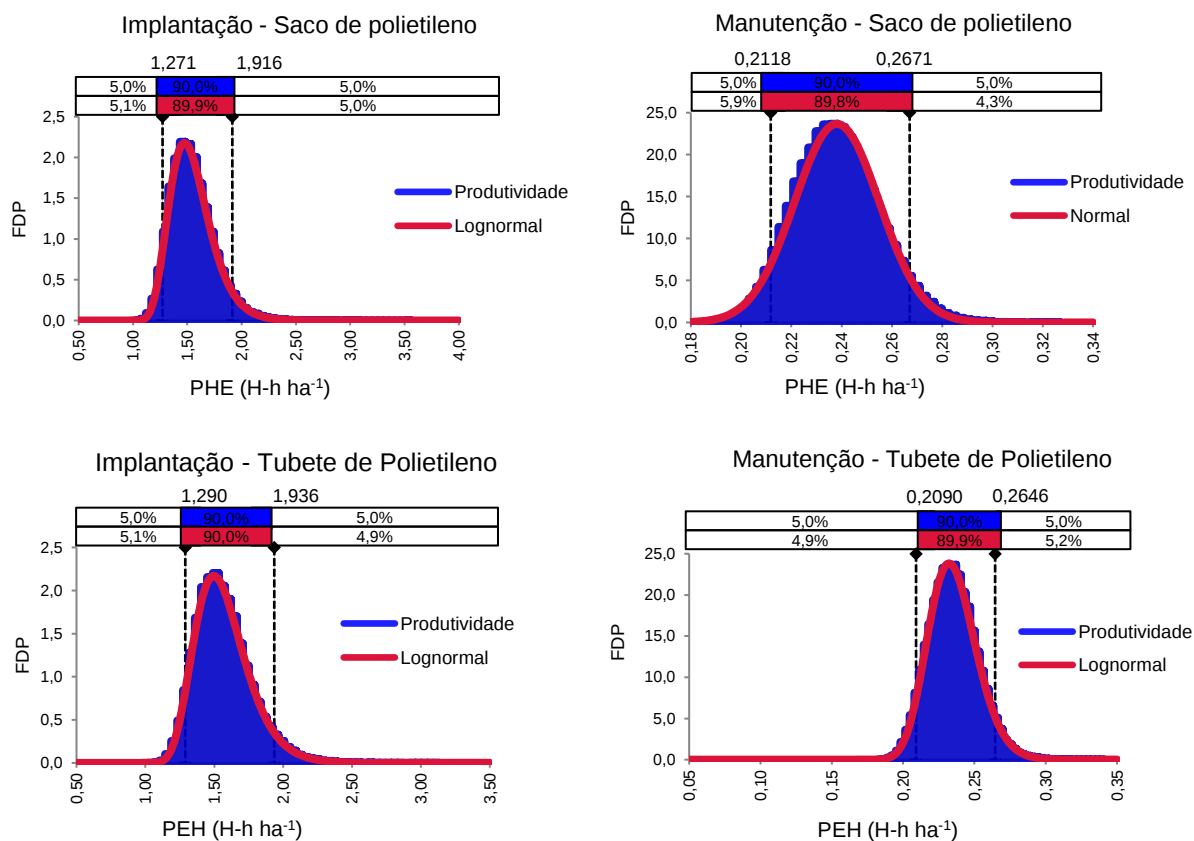
Na manutenção pós-plantio (Figura 4), a maior produtividade efetiva ocorreu no projeto com mudas produzidas em sacos de polietileno, no qual o melhor ajuste dos dados ocorreu por meio da distribuição de probabilidade normal (BIC= 532.785,09), com média de 0,2347 H-h ha⁻¹ e desvio padrão de 0,0169 H-h ha⁻¹. Atangana & Gómez-Aguilar (2017) e Dixit & Tiwari (2020) enfatizam que essa distribuição expressa variáveis aleatórias de valor real quando as distribuições não são conhecidas.

A altura das mudas pode ter influenciado na produtividade das operações pós-plantio, nas quais as mudas produzidas em sacos de polietileno eram facilmente visualizadas entre o capim *Brachiaria* spp durante a execução das operações e, deste modo, consentiu com a maior produtividade das operações.

Figura 4 — Função densidade de probabilidade (FDP) da produtividade efetiva da implantação e manutenção dos projetos de investimento

Figure 4 — Probability density function (FDP) of the effective productivity of the implementation and maintenance of investment projects





Na implantação, as maiores produtividades efetivas ocorreram nas operações de adubação de base com 0,3869 hectare Hora-homem e distribuição de tutores, o que resultou em 0,4200 hectare Hora-homem. As variações nos tempos demandados para realizar estas operações impactaram diretamente na produtividade efetiva da implantação, no entanto, conforme Simões et al. (2018), a partir da ponderação das incertezas associadas aos projetos, torna-se possível a mensuração dos riscos, a adoção de medidas mitigadoras e, ainda, aumentar a produtividade efetiva das operações.

O tempo para realizar o plantio foi menor com as mudas produzidas em *Ellepot*[®], com uma produtividade efetiva de 0,0703 H-h ha⁻¹, já as mudas produzidas em sacos de polietileno despenderam maior tempo para serem plantadas e a produtividade efetiva estimada foi de 0,0386 H-h ha⁻¹. A diferença pode ser justificada pelo menor

número de elementos de trabalho para efetuar a operação das mudas produzidas em *Ellepot*[®], fato que pode ser corroborado por Aruga et al. (2019) e Vijay & Prabha (2020), os quais salientam que a quantidade de elementos de trabalho influencia a produtividade da operação.

Na manutenção pós-plantio, observou-se um aumento da produtividade efetiva do primeiro para o segundo coroamento das mudas produzidas nos três recipientes que, conforme Toupin et al. (2007) e Dubeau et al. (2012), pode ser explicado devido ao menor volume de plantas daninhas presente na unidade de trabalho.

No segundo coroamento pós-plantio foi estimada a produtividade efetiva de 0,0530 hectare Hora-homem no projeto de investimento com mudas em *Ellepot*[®], 0,0540 hectare Hora-homem no coroamento das mudas produzidas em sacos de polietileno e 0,0551 hectare Hora-homem das mudas em tubetes de polietileno.

As adubações de cobertura despenderam menor tempo para serem realizadas, o que resultou em 0,0809 hectare Hora-homem no projeto de investimento com mudas produzidas em *Ellepot*[®], 0,0847 hectare Hora-homem quando utilizadas mudas em sacos de polietileno e 0,0749 hectare Hora-homem no projeto de investimento com mudas em tubetes de polietileno.

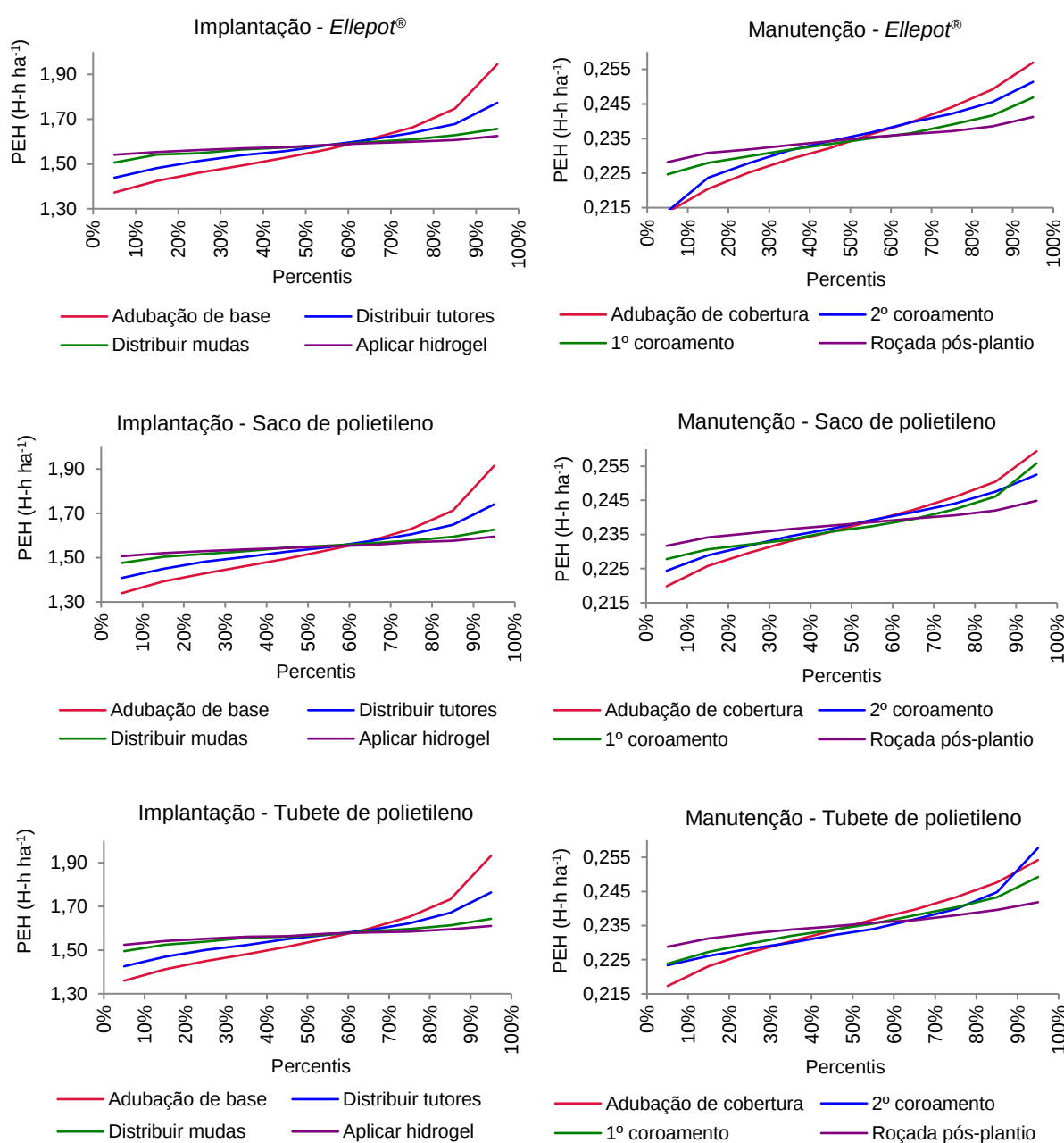
As adubações de base e adubações de cobertura resultaram nas maiores variabilidades de tempo demandado para realizar as operações (Figura 5). Desse modo, interferiram diretamente na movimentação dos percentis (KLUMPAR, 1984; CLAUSER et al., 2021) e podem impactar nas produtividades efetivas das implantações e manutenções pós-plantio.

Diante disto, faz-se necessária a qualificação da mão de obra, para que haja uma padronização dos tempos com vistas a reduzir as incertezas associadas às produtividades efetivas destas operações, tornando-as constantes e lineares. Deste

modo, ao melhorar o processo e a previsão dos resultados, de acordo com Miyajima et al. (2017), Zhonglai et al. (2020), é possível propor metas executáveis.

Figura 5 — Valor modal da produtividade efetiva da implantação e manutenção em função da mudança percentual das operações

Figure 5 — Modal value of implantation and maintenance productivity due to the percentage change in operations



A consideração das incertezas associadas aos projetos de restauração e, por conseguinte, as probabilidades de ocorrência das produtividades permitem eliminar a subjetividade no planejamento de projetos de investimento, logo Palma & Laurance (2015) e Chen et al. (2020) destacam a importância do emprego desse recurso, com vistas a orientar a implantação de projetos futuros.

1.4 CONCLUSÃO

As mudas florestais nativas produzidas em diferentes recipientes interferem na produtividade efetiva das operações de restauração florestal ativa.

A maior produtividade efetiva para a implantação de mudas florestais com vistas à restauração florestal ativa sob condições de incertezas é por meio de mudas produzidas em *Ellepot*®.

A maior produtividade efetiva da manutenção pós-plantio ocorre por meio da utilização de mudas produzidas em sacos de polietileno, nas quais a altura das mudas facilita a visualização e, por conseguinte, a execução das operações.

Os ajustes das distribuições de probabilidades das produtividades efetivas das operações de implantação das mudas florestais nativas e manutenção pós-plantio de projetos de restauração florestal ativa permitem o dimensionamento dos recursos produtivos com maior acurácia.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida – código do financiamento 001

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/schweiz/mz/2013/00000022/00000006/art0008>. Acesso em: 27 maio. 2020.

ALMEIDA, D. S. Modelos de recuperação ambiental. In: ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. 3 ed. Ilhéus: Editus, 2016, p. 100-137. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/8xvf4>. Acesso em: 09 nov. 2020.

ARUGA, K.; YAMADA, T.; YAMAMOTO, T. Comparative analyses of the cycle time, productivity, and cost between 62- and 107-year-old japanese cypress clear cutting operations using a small-scale cable logging system. **Small-scale Forestry, Garpenberg**, v.18, n. 2, p. 279-289, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11842-018-9412-7>. Acesso em 08 jun. 2019.

ATANGANA, A.; GÓMEZ-AGUILAR, J. F. A new derivative with normal distribution kernel: theory, methods and applications. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, Amsterdam, v. 476, p. 1-14, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437117301279>. Acesso em: 15 dez. 2020.

BASSOLI, H. M.; BATISTELA, G. C.; FENNER, P. T.; SIMÕES, D. Custo anual uniforme equivalente de máquinas de colheita de madeira: uma abordagem estocástica. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 40, e201902073, 2020. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/issue/view/108>. Acesso em: 10 fev. 2021.

BENAMIROUCHE, S.; CHOUIAL, M.; GUECHI, W. Seed weight and container capacity effects on emergence and early growth of the Mediterranean oak (*Quercus suber* L.) seedlings in nursery. **Ecologia mediterrânea**, Aix-en-Provence, v. 45, n. 2, p. 89-98, 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7318065>. Acesso em: 06 nov. 2020.

BILICI, E.; AKAY, A. E.; ABBAS, D. J. Assessing the effects of site factors on the productivity of a feller buncher: a time and motion analysis. **Journal of Forestry Research**, Harbin, v. 30, n. 4, p.1471–1478, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11676-018-0696-4>. Acesso em: 16 jul. 2019.

CAMPBELL, R. M.; ANDERSON, N. M. Comprehensive comparative economic evaluation of woody biomass energy from silvicultural fuel treatments. **Journal of Environmental Management**, Amsterdam, v. 250, p. 1-12, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479719311405>. Acesso em: 28 out. 2020.

CHAKROUN, M.; BOUVET, A.; RUCH, P.; MONTAGNY, X. Performance of two shear heads for harvesting biomass in hardwood stands in France. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 91, p. 227-233, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953416301817>. Acesso em: 16 jun. 2020.

CHEN, T.; PIPATTANASOMPORN, M.; RAHMAN, I.; JUNG, Z.; RAHMAN, S. MATPLAN: A probability-based planning tool for cost-effective grid integration of renewable energy. **Renewable Energy**, Oxford, v. 156, p.1089-1099, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148120306832>. Acesso em: 16 dez. 2020.

CLAUSER, N. M.; FELISSIA, F. E.; AREA, M. C.; VALLEJOS, M. E. A framework for the design and analysis of integrated multi-product biorefineries from agricultural and forestry wastes. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Oxford, v. 139, 110687, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032120309710>. Acesso em: 19 abr. 2021.

CLEWELL, A. F.; ARONSON, J. **Ecological restoration: principles, values, and structure of an emerging profession**. Washington: Island Press, 2007.

CRUZ, D. C.; BENAYAS, J. M. R.; FERREIRA, G. C.; RIBEIRO, S. S. Tree communities in three-year-old post-mining sites under different forest restoration techniques in the brazilian amazon. **Forests**, Basel, v. 11, n. 5, p. 1-16, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1999-4907/11/5/527/htm>. Acesso em: 06 nov. 2020.

DELLINGER, J. B. Correlation, Spearman. In: ALLEN, M. **The sage encyclopedia of communication research methods**. California: Sage Publications, 2017. p. 273 – 275.

DIXIT, V.; TIWARI, M. K. Project portfolio selection and scheduling optimization based on risk measure: a conditional value at risk approach. **Annals of Operations Research**, New York, v. 285, n. 1, p. 9 – 33, 2020. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10479-019-03214-1#citeas>. Acesso em: 11 fev. 2021.

DUBEAU, D.; LEBEL, L. G.; IMBEAU, D.; AUGER, I. Impacts of vegetation abundance and terrain obstacles on brushcutter performance during regeneration release. **Northern Journal of Applied Forestry**, Bethesda, v. 29, n. 4, p. 173-181, 2012. Disponível em: <https://academic.oup.com/njaf/article/29/4/173/4774259>. Acesso em: 04 nov. 2020.

DURIGAN, G.; GUERIN, N.; DA COSTA, J. N. M. N. Ecological restoration of Xingu Basin headwaters: Motivations, engagement, challenges and perspectives. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, v. 368, n. 1619, p. 1-9, 2013. Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2012.0165>. Acesso em: 05 nov. 2020.

EROL, H.; DIKMEN, I.; BIRGONUL, M. T. Measuring the impact of lean construction practices on project duration and variability: A simulation-based study on residential buildings. **Journal of Civil Engineering and Management**, Statyba, v.23, n. 2, p. 241 – 251, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3846/13923730.2015.1068846>. Acesso em: 11 fev. 2021.

ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. *In*: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; MENDES, F. B. G. **Restauração Ecológica De Ecossistemas Naturais**. Botucatu: FEPAF. 2003. p. 01-26.

FITZ-GIBBON, C. T.; MORRIS, L. L. Examining relationships between variables. *In*: FITZ-GIBBON, C. T.; MORRIS, L. L. **how to analyze data**. California: SAGE Publications, 1987. cap. 4, p. 78 – 81.

GONZÁLEZ-VAL, R. Lognormal city size distribution and distance. **Economics Letters**, Amsterdam, v. 181, p. 7-10, 2019. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez87.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S016517651930148X>. Acesso em: 01 out. 2020

HAIR, J. F. BUSH, R. P.; ORTINAU, D. J. Data analysis: testing for association. *In*: **Marketing Research**: within a changing information environment. 2 ed. New York: The McGraw-Hill Companies, 2003. cap. 17, p. 560 – 594.

HODGETT, R. E.; SIRAJ, S. SURE: A method for decision-making under uncertainty. **Expert Systems with Applications**, Oxford, v. 115, p. 684-694, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417418305621>. Acesso em: 28 out. 2020.

IEREN, T. G.; ABDULLAHI, J. Properties and applications of a two-parameter inverse exponential distribution with a decreasing failure rate. **Pakistan Journal of Statistics**, Lahore, v. 36, n. 3, 2020. Disponível em: <https://www.pakjs.com/wp-content/uploads/2020/07/36301.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2021.

INDC. **intended nationally determined contribution**, 2015. Disponível em: <https://www4.unfccc.int/sites/submissions/indc/Submission%20Pages/submissions.aspx>. Acesso em: 05 nov. 2020.

JIA, X.; NADARAJAH, S.; GUO, B. The effect of mis-specification on mean and selection between the Weibull and lognormal models. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, Amsterdam, v. 492, p. 1875-1891, 2018. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez87.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0378437117311779#fig1>. Acesso em: 01 out. 2020.

KLUMPAR, I. V. Generalised sensitivity charts. **Engineering Costs and Production Economics**, Amsterdam v. 8, n. 1-2, p. 55-115, 1984. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0167188X84900181>. Acesso em: 19 abr. 2021.

MATSUMOTO, M.; NISHIMURA, T. Mersenne twister: a 623-dimensionally equidistributed uniform pseudo-random number generator. **ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation**, New York, v. 8, n. 1, p. 3-30, 1998. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/272991.272995>. Acesso em: 24 jun. 2020.

MIYAJIMA, R. H.; TONIN, R. P.; FENNER, P. T.; SIMÕES, D. Análise quantitativa do risco técnico-econômico de um trator florestal skidder. **BIOFIX Scientific Journal**, Curitiba, v. 2, p. 06-11, 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/biofix/article/view/56339/33954>. Acesso em: 18 dez. 2020.

PALISADE CORPORATION. **@Risk**. Versão 8.0. Ithaca, 2020. Disponível em: <https://www.palisade-br.com/>. Acesso em: 15 maio. 2020.

PALMA, A. C.; LAURANCE, S. G. W. A review of the use of direct seeding and seedling plantings in restoration: what do we know and where should we go?

Applied Vegetation Science, Hoboken, v. 18, p. 561-568, 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/avsc.12173>. Acesso em: 29 out. 2020.

PAZ, J. C.; ROZENBOIM, D.; CUANDROS, A.; CANO, S.; ESCOBAR, J. W. A simulation-based scheduling methodology for construction projects considering the potential impacts of delay risks. **Construction Economics and Building**, Sydney, v. 18, n. 2, p. 41 – 69, 2018. Disponível em: <https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/informit.755354779405971>. Acesso em: 11 fev. 2021.

PEREIRA, P.; FENNER, P. T.; BATISTELA, G. C.; SIMÕES, D. Análise técnica-econômica da derrubada de *Eucalyptus* sp. com feller-buncher: uma abordagem estocástica. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.48, n.126, e3229, 2020. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr126.aspx>. Acesso em: 10 fev. 2021.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs>. Acesso em: 19 maio. 2020.

SÃO PAULO (SP). **Quantificação da vegetação natural remanescente para os municípios do estado de São Paulo, Legenda IBGE – RADAM – 2009**. Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo – SIFESP, 2009. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/sifesp/tabelas-pdf/>. Acesso em: 19 maio. 2020.

SILVA, E. F.; SILVA, G. F.; FIGUEIREDO, E. O.; MENDONÇA, A. R.; SANTANA, C. J. O.; FIEDLER, N. C.; SILVA, J. P. M.; AGUIAR, M. O.; SANTOS, J. S. Optimized forest planning: allocation of log storage yards in the Amazonian sustainable forest management area. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 472, p. 1-9, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112720310008>. Acesso em: 16 jun. 2020.

SOUZA, D. C.; ENGEL, V. L. Direct seeding reduces costs, but it is not promising for restoring tropical seasonal forests. **Ecological Engineering**, Amsterdam, v. 116, p. 35-44, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857418300570>. Acesso em: 05 nov. 2020.

SIMÕES, D.; MIYAJIMA, R. H.; TONIN, R. P.; FENNER, P. T. Incorporation of uncertainty in technical and economic analysis of a feller-buncher. **Floresta**, Curitiba,

v. 48, n. 3, p. 403-412, 2018. Disponível em:
<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/56404/35493>. Acesso em: 16 dez. 2020.

SIMÕES, D.; CERVI, R.; BATISTELA, G. Quantitative analysis of the economic risk of sugarcane cultivation for bioethanol production: a case study in Brazil. **BioRes**, Raleigh. v. 13, n. 3, p. 6497-6509, 2018.

SCHWARZ, G. Estimating the dimension of a model. **The annals of statistics**, Shaker Heights, v. 6, n. 2, p. 461-464, 1978. Disponível em:
<https://projecteuclid.org/euclid.aos/1176344136>. Acesso em: 24 jun. 2020.

SMIDERLE, O. J.; MONTENEGRO, R. A.; SOUZA, A. G.; CHAGAS, E. A.; DIAS, T. J. Container volume and controlled-release fertilizer influence the seedling quality of *Agonandra brasiliensis*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 50, p. 1-8, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-40632020000100227&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em: 06 nov. 2020.

TOUPIN, D.; LEBEL, L.; DUBEAU, D.; IMBEAU, D.; BOUTHILLIER, L. Measuring the productivity and physical workload of brushcutters within the context of a production-based pay system. **Forest Policy and Economics**, Amsterdam, v. 9, n. 8, p. 1046-1055, 2007. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389934106001705>. Acesso em: 04 nov. 2020.

THOMAS, P. S.; MATTOS, V. L. D.; NAKAMURA, L. R.; KONRATH, A. C.; NUNES, G. S. Modelos GARCH em ações financeiras: um estudo de caso. **Exacta**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 626-648, 2020. Disponível em:
<https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/10921/8334>. Acesso em: 05 nov. 2020.

VIJAY, S.; PRABHA, M. G. Work standardization and line balancing in a windmill gearbox manufacturing cell: a case study. **Materials Today: Proceedings**, Amsterdam, in press, 2020. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221478532036466X>. Acesso em: 11 fev. 2021.

ZAVISTANOVICZ, T. C.; GASPARIN, E.; ARAUJO, M. M.; CARGNELUTTI FILHO, A.; AIMI, S. C.; FOLTZ, D. R. B.; DORNELES, D. U. Nursery and field growths of *Enterolobium contortisiliquum* seedlings produced in different containers and fertilizer doses. **Agrária: Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 15, n. 3. p. 1-8, 2020. Disponível em: <http://www.agraria.pro.br/ojs-2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria.v15i3a7507>. Acesso em: 06 nov. 2020.

ZHONGLAI, W.; JING, L.; SHUI, Y. Time-variant reliability prediction for dynamic systems using partial information. **Reliability Engineering & System Safety**, London, v. 195, 2020, 106756. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0951832019300602>. Acesso em: 11 fev. 2021.

CAPÍTULO 2

Análise estocástica de investimentos em restauração florestal: um estudo de caso no Brasil

Resumo

A redução dos custos de projetos de investimentos em restauração florestal é uma condicionante de suma importância para o aumento de áreas florestais restauradas. Deste modo, o objetivo foi analisar se mudas florestais nativas produzidas em diferentes recipientes interferem nos custos de implantações e manutenções de projetos de investimentos em restauração florestal ativa sob condições de incertezas. Os projetos de restauração florestal analisados diferiram em função dos recipientes utilizados na produção das mudas florestais nativas, dessa maneira, foi efetuado o plantio de mudas produzidas em sacos de polietileno, tubetes de polietileno e *Ellepot*[®]. Os custos totais, custos de produção e custos anuais uniformes equivalentes foram as variáveis sob condições de incertezas, às quais foram ajustadas as distribuições de probabilidade e estimadas faixas de valores estocásticos por meio da simulação pelo método de Monte Carlo. A partir disto, observou-se que o custo com aquisição de mudas e mão de obra direta são os componentes que mais impactaram nos custos totais, além disto, as operações de roçadas e coroamentos foram as que mais contribuíram na elevação do custo de produção. Ademais, mesmo sob condições de incerteza, o projeto de investimento em restauração florestal que contempla mudas produzidas em *Ellepot*[®] proporcionou o menor custo total, custo de produção e custo anual uniforme equivalente.

Palavras-chave: custo anual uniforme equivalente; distribuição de probabilidade; Monte Carlo; Mata Atlântica.

2.1 Introdução

Os custos demandados para a implantação de projetos de investimentos em restauração florestal podem restringir a aprovação destes projetos no Brasil. Deste modo, aplicação de medidas que possam reduzir custos, estabelecer metas executáveis e ainda inferir sobre cenários futuros podem ser uma ferramenta potencial nas análises de investimento em restauração florestal que, por conseguinte, poderá promover a sustentabilidade.

Os ecossistemas naturais fornecem à humanidade diversos benefícios diretos e indiretos (Yang et al. 2019). No entanto, o desmatamento, com posterior uso inadequado do solo, pode promover alteração na temperatura global e, por conseguinte, problemas na saúde pública, segurança social e econômica dos países (Ilha et al. 2018; Prevedello et al. 2019; Zeppetello et al. 2020).

Nesta perspectiva, a restauração florestal atua como um recurso a mitigar os impactos negativos nos ecossistemas naturais. Desse modo, o Brasil assumiu, em 2015, na 21^a Conferências da Partes, o acordo de restaurar uma área de 12 milhões de hectares até 2030 (INDC 2015). No entanto, estima-se que esse projeto a longo prazo possa custar de USD 8,9 bilhões a USD 15,9 bilhões (Brancalion et al. 2019), sendo necessária a implementação de técnicas e ferramentas que permitam mitigar esses custos.

A restauração florestal ativa por meio do plantio de mudas florestais nativas é a técnica comumente empregada em projetos de restauração florestal no Brasil (Brancalion et al. 2016; Oliveira & Engel 2017). Em consonância a eleição da técnica, a administração econômica dos diferentes insumos a serem utilizados auxiliam na redução orçamentária.

O setor florestal, por exemplo, disponibiliza mudas produzidas em diferentes recipientes, como saco de polietileno, tubete de polietileno e recipientes biodegradáveis. Logo, a escolha das mudas é pautada principalmente no menor custo de aquisição ou disponibilidade dos viveiros florestais (Mangueira et al. 2018).

Portanto, as variáveis incertas que podem influenciar tanto na produtividade das operações no campo e, por conseguinte, no custo final desses projetos de restauração não são ponderadas. A redução dos custos tem sido discutida para tornar a restauração florestal financeiramente viável, no entanto, estudos que visam estimar e reduzir os custos dos projetos de restauração florestal (Chaves et al. 2015; Molin et al. 2018; Santos et al. 2020) não ponderam as incertezas em suas análises.

Na restauração florestal, aplicar medidas que atenuem os custos é fundamental para aceitação e financiamento dos projetos (Silva et al. 2017).

À vista disto, a hipótese é que na restauração florestal ativa, a utilização de mudas produzidas em diferentes recipientes pode interferir nos custos demandados para a implantação e manutenção pós-plantio. Desse modo, o objetivo foi analisar se mudas florestais nativas produzidas em diferentes recipientes exercem influência nos custos de implantações e manutenções de projetos de investimentos em restauração florestal ativa sob condições de incertezas.

2.2 Métodos

2.2.1 Área experimental

A pesquisa foi conduzida em uma área de mata ciliar de 1.176 m² localizada na região Centro-Oeste do estado de São Paulo, Brasil, nas coordenadas geográficas 23° 05' de latitude Sul e 48° 34' de longitude Oeste com 864 metros de altitude. A área

localiza-se no bioma Mata Atlântica com fitofisionomia de Floresta Estacional Semidecídua (São Paulo 2009).

O tipo de solo comumente encontrado na área é o Latossolo Vermelho distrófico-LVd, logo, o relevo possui inclinação abaixo de 3% que conforme Santos et al. (2018) é considerada plano. A vegetação predominante antes da intervenção era gramínea, principalmente do gênero *Brachiaria* spp, logo, no entorno da área de mata ciliar, estava estabelecido o cultivo de cana-de-açúcar.

O clima da região conforme Köppen-Geiger é Cfa – subtropical úmido com verão quente, ademais, a temperatura média do mês mais quente é 22°C com precipitação média anual de 1.350 mm, em que, a média de 672 mm ocorre no verão e 112 mm no inverno (Alvares et al. 2013).

2.2.2 Descrição das operações silviculturais

A técnica utilizada foi a restauração florestal ativa por meio do plantio de mudas florestais nativas (Tabela 1) em espaçamento 3 m x 2 m. Estas mudas foram produzidas em três recipientes, portanto, em saco de polietileno, tubete de polietileno e recipiente degradável *Ellepot*® com volumes de 1.178 cm³, 290 cm³ e 160 cm³, respectivamente.

Espécies	Altura média (cm)		
	Saco de polietileno	Tubete de polietileno	Ellepot®
<i>Citharexylum myrianthum</i> Cham.	37,4	27,7	26,3
<i>Eugenia brasiliensis</i> Lam.	34,5	9,6	22,0
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> Vell.	55,6	17,3	18,5
<i>Heliocarpus popayanensis</i> Kunth	44,5	12,7	14,0
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	41,3	28,4	33,7
<i>Copaifera langsdorfii</i> Desf.	69,2	19,3	18,0
<i>Genipa americana</i> L.	22,0	22,4	16,7

Tabela 1. Altura média das mudas florestais nativas utilizadas nos projetos de investimento

As operações silviculturais foram realizadas manualmente e na implantação efetuou-se o controle de formigas cortadeiras, roçada semimecanizada com roçadora costal, coroamento com enxada manual, coveamento com cavadeira manual, adubação de base, irrigação com água e polímero hidroabsorvente nas covas com regadores e plantio das mudas. Na manutenção pós-plantio, foram ponderadas duas adubações de cobertura, sete roçadas semimecanizadas e coroamentos das mudas.

2.2.3 Análise econômica

Os projetos de restauração florestal foram caracterizados como projetos de investimento florestal, os quais diferiram em função dos recipientes utilizados para a produção das mudas florestais, destarte, com preço unitário de aquisição 0,21; 0,79 e 0,28 USD, respectivamente.

O custo total (Equação 2) foi determinado por meio da somatória dos custos diretos e indiretos Rogozhin et al. (2010). Os custos diretos contemplaram os custos com a aquisição das mudas e insumos florestais, combustível para roçadora, manutenções de máquinas e equipamentos, mão de obra direta e encargos sociais. Quanto aos custos indiretos, ponderou-se a mão de obra indireta, os custos administrativos, remuneração dos fatores de produção, depreciação econômica de máquinas simples e compostas.

$$CT = CD + CI \quad (2)$$

em que:

CT é o custo total (USD ha⁻¹);

CD é o custo direto (USD ha⁻¹);

CI é o custo indireto (USD ha⁻¹).

Quanto aos custos de produção, foram ponderadas a razão entre o custo por hora efetiva de trabalho e a produtividade efetiva das operações, tanto de implantação das mudas quanto das manutenções pós-plantio, conforme Equação 3, proposta por Sahoo et al. (2019).

$$CP = \frac{CHET}{PE} \quad (3)$$

em que:

CP é custo de produção (USD ha⁻¹);

$CHET$ é o custo por hora efetiva de trabalho (USD h⁻¹);

PE é a produtividade efetiva (H-h ha⁻¹).

Os fluxos de caixas esperados (Equação 4) foram projetados para horizontes temporais de três anos, portanto, considerou-se a aquisição de material permanente e todos os investimentos demandados até o estabelecimento das mudas. Estes fluxos foram considerados não convencionais Cuthbert (2017) e mutuamente excludentes Detemple & Kitapbayev (2020).

$$FC = (CD + CI) - (DP + DA) + DP - CAPEX \quad (4)$$

em que:

FC é o fluxo de caixa;

CD são os custos diretos do período;

CI são os custos indiretos do período;

DP é a depreciação econômica de ativos imobilizados;

DA são os custos administrativos;

$CAPEX$ é o *capital expenditure*.

2.2.3.1 Estimativa da taxa do custo de oportunidade

A taxa do custo de oportunidade dos projetos de investimentos foi estimada por meio do *Weighted Average Cost of Capital* (WACC), proposto por Rodas et al. (2020), descrito na Equação 5, pois considerou-se a participação do capital de terceiros para o financiamento dos projetos de investimento em restauração florestal.

$$i = \frac{Ek_e}{E + D} + \frac{Dk_d \times (1 - T)}{E + D} \quad (5)$$

Em que:

i é o custo médio ponderado de capital;

E é o custo do capital próprio do projeto de investimento;

k_e é a taxa do custo de oportunidade de capital de próprio;

D é o custo de capital de terceiros do projeto de investimento;

k_d é a taxa do custo de oportunidade de capital de terceiros;

T são os impostos corporativos.

A taxa do custo de oportunidade pelo uso do capital próprio (Equação 6) foi estimada conforme Perold (2004), a partir do *Capital Asset Pricing Model* – CAPM. Não obstante, adicionou-se à equação o prêmio de risco do país, a fim de fortalecer a capacidade de pagamento de dívidas (Johnson & Soenen 2012; Dachraoui et al. 2020).

$$k_e = r_f + \beta (E_m - r_f) + S \quad (6)$$

Em que:

k_e é o custo de oportunidade do capital próprio;

r_f é a taxa de retorno de um ativo livre de risco;

β é o coeficiente de risco sistemático de mercado;

E_m é a taxa de retorno prevista para a carteira de mercado;

$(E_m - r_f)$ é o ágio pelo risco no mercado;

S é o prêmio de risco do país.

A taxa de retorno de um ativo livre de risco foi estimada a partir da média geométrica dos dados históricos da *10-year rate on Treasury bonds* do tesouro do governo americano, conforme dados disponibilizados pelo departamento *U.S. Department of the Treasury* (2020).

O coeficiente de risco sistemático de mercado foi estimado conforme Bassoli et al. (2020), pautado no risco diversificável das empresas do setor florestal, conforme dados disponibilizados pela Brasil, Bolsa, Balcão (2020). Quanto à taxa de retorno prevista para a carteira de mercado, adotou-se o valor disponível na *S&P Global Timber and Forestry Index* (S&P Dow Jones 2020) para o período de 10 anos. Por fim, para determinar o prêmio de risco do país foi empregada a média geométrica dos dados históricos da *Emerging Markets Bond Index Plus – EMBI+BR*, disponibilizado pelo J.P Morgan (2021).

A taxa de custo de oportunidade de capital de terceiros foi estimada por meio da soma do Spread do Brasil, classificado de acordo com a Moody's Rating (2021) como Ba2 - grau especulativo, e a taxa de retorno de um ativo livre de risco.

2.2.3.2 Custo anual uniforme equivalente

O Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), que transforma uma série de pagamentos ocorridos ao longo do projeto em valores uniformes, foi estimado conforme a Equação 8 proposta por Reveco et al. (2019), ademais, aplicado para cada projeto de investimento.

$$CAUE = VP \left[\frac{(1+i)^n \times i}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (8)$$

Em que:

CAUE é o custo anual uniforme equivalente;

VP é o investimento processado na data focal;

n é o período do tempo de duração do projeto;

i é a taxa do custo de oportunidade.

2.2.4 Análise estocástica

Os componentes dos custos de produção tradicionalmente possuem incertezas associadas, logo, foram atribuídas distribuições de probabilidades. Em seguida, foram caracterizados como *inputs* dos modelos matemáticos dos problemas em análises.

Como pressuposto, aplicou-se o teste *Kolmogorov-Smirnov* com nível de significância de 1% para verificar a normalidade de distribuição dos dados. Em seguida, foi aplicado o critério de seleção *Bayesiano de Schwarz* – BIC conforme (Shwarz 1978; Ronquist et al. 2012).

Por conseguinte, executou-se a simulação pelo método de Monte Carlo, por meio do software *@RISK Copyright © 2020* (Palisade 2020), para a geração de 100.000 números pseudoaleatórios. Logo, adotou-se o gerador de números pseudoaleatórios

Mersenne Twister, de acordo com Matsumoto & Nishimura (1998), com o mesmo parâmetro de entrada utilizado por Miyajima et al. (2020).

Quanto aos parâmetros de saída, isto é, os *outputs*, foram ponderados o CT, CP e o CAUE. Por fim, para determinar a força monotônica (Croux & Dehon 2010; Behzad et al. 2020) dos valores entre os parâmetros de entrada e saída foi utilizado o coeficiente linear de *Spearman* (ρ_s). Este coeficiente, de acordo com Dellinger (2017), parte do pressuposto que zero indica que não existe correlação mensurável entre as variáveis e quanto mais próximo de um, seja positivo ou negativo, mais forte é a correlação.

2.3 Resultados

2.3.1 Custo de oportunidade dos projetos de investimento

A taxa de retorno do ativo livre de risco foi 5,24%. O coeficiente de risco sistemático do mercado florestal brasileiro resultou em 0,47. A taxa de retorno prevista para carteira de mercado de ações americano foi 4,90% e o prêmio pelo risco foi de 3,99%. Deste modo, estimou-se uma taxa de custo de capital próprio de 9,07%.

O custo com capital de terceiros estimado a partir da taxa de retorno de um ativo livre de risco e o *Spread* de 2,65% disponibilizado por Damodaran (2021) foi de 7,89%. Quanto à taxa de impostos corporativos, adotou-se 34,00%, conforme a legislação tributária vigente no Brasil. Ademais, adotou-se 40,00% como estrutura de capital próprio e 60,00% oriundo de terceiros. Por fim, a taxa de custo de oportunidade foi de 6,75%.

2.3.2 Análise estocástica do custo total

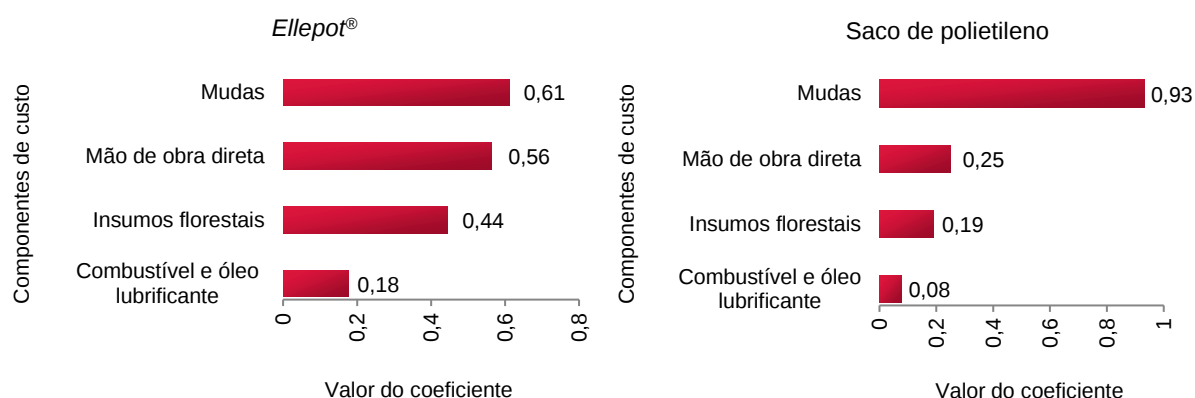
O menor custo total foi observado no projeto de investimento que contempla mudas produzidas em *Ellepot*®, ajustadas por meio da distribuição de probabilidade Beta

(BIC=1.040.374) com valor médio de 1.508,05 USD ha⁻¹ e desvio padrão de 43,98 USD ha⁻¹. O maior custo total foi obtido com mudas produzidas em sacos de polietileno, com os dados ajustados por meio da distribuição de probabilidade Beta (BIC=1.199.849), valor médio de 2.623,05 USD ha⁻¹ e desvio padrão de 98,25 USD ha⁻¹.

Os componentes de custo que mais impactaram no custo total foram os custos demandados para aquisição das mudas, mão de obra direta, insumos florestais e, combustível e óleo lubrificante (Figura 1).

Os custos com aquisição de mudas e mão de obra direta apresentaram os maiores coeficientes de correlação nos três projetos de investimento. No entanto, o maior o coeficiente de correlação foi obtido com o custo demandado para aquisição de mudas produzidas em sacos de polietileno ($\rho_s = 0,93$), que resultou em uma correlação positiva, a qual pode ser considerada muito forte.

Os custos com mão de obra direta apresentaram coeficiente de correlação positiva de 0,56 e 0,51 nos projetos de investimento com mudas produzidas em *Ellepot*® e tubete de polietileno, respectivamente, o que pode ser considerado uma correlação moderada. Todavia, o coeficiente de correlação da mão de obra no projeto de investimento com aquisição de mudas florestais em sacos de polietileno foi de 0,25, a qual pode ser considerada fraca.



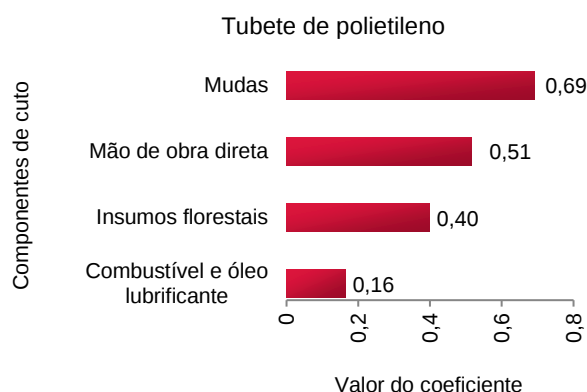


Figura 1. Coeficiente de correlação de *Spearman* (ρ_s) dos componentes de custo total dos projetos de restauração florestal

2.3.3 Análise dos custos de produção

O menor custo de produção foi observado no projeto que contempla mudas produzidas em *Ellepot*® ajustadas por meio da distribuição de probabilidade Normal (BIC=631.122), valor médio de 416,11 USD ha⁻¹, com desvio padrão de 5,68 USD ha⁻¹. No entanto, o maior custo de produção foi observado no projeto com mudas produzidas em sacos de polietileno ajustadas por meio da distribuição de probabilidade Normal (BIC=637.173), com valor médio de 426,67 USD ha⁻¹ e desvio padrão de 5,58 USD ha⁻¹.

O plantio das mudas produzidas em *Ellepot*® proporcionou o menor custo, com valor estimado de 15,74 USD ha⁻¹ e o plantio de mudas produzidas em sacos de polietileno acarretou o maior custo, com 28,64 USD ha⁻¹. Já plantio das mudas em tubetes de polietileno resultou em 18,82 USD ha⁻¹.

As operações de roçadas e coroamentos foram as que mais contribuíram para elevação do custo de produção dos projetos de investimento e na movimentação dos percentis (Figura 2). Destarte, o custo com a roçada pré-plantio resultou em 31,98 USD ha⁻¹ e o primeiro coroamento em 30,99 USD ha⁻¹ no projeto de

investimento com mudas em *Ellepot*[®], 32,98 USD ha⁻¹ com o coroamento das mudas em de sacos de polietileno e 27,59 USD ha⁻¹ com a operação nas mudas produzidas em tubetes de polietileno.

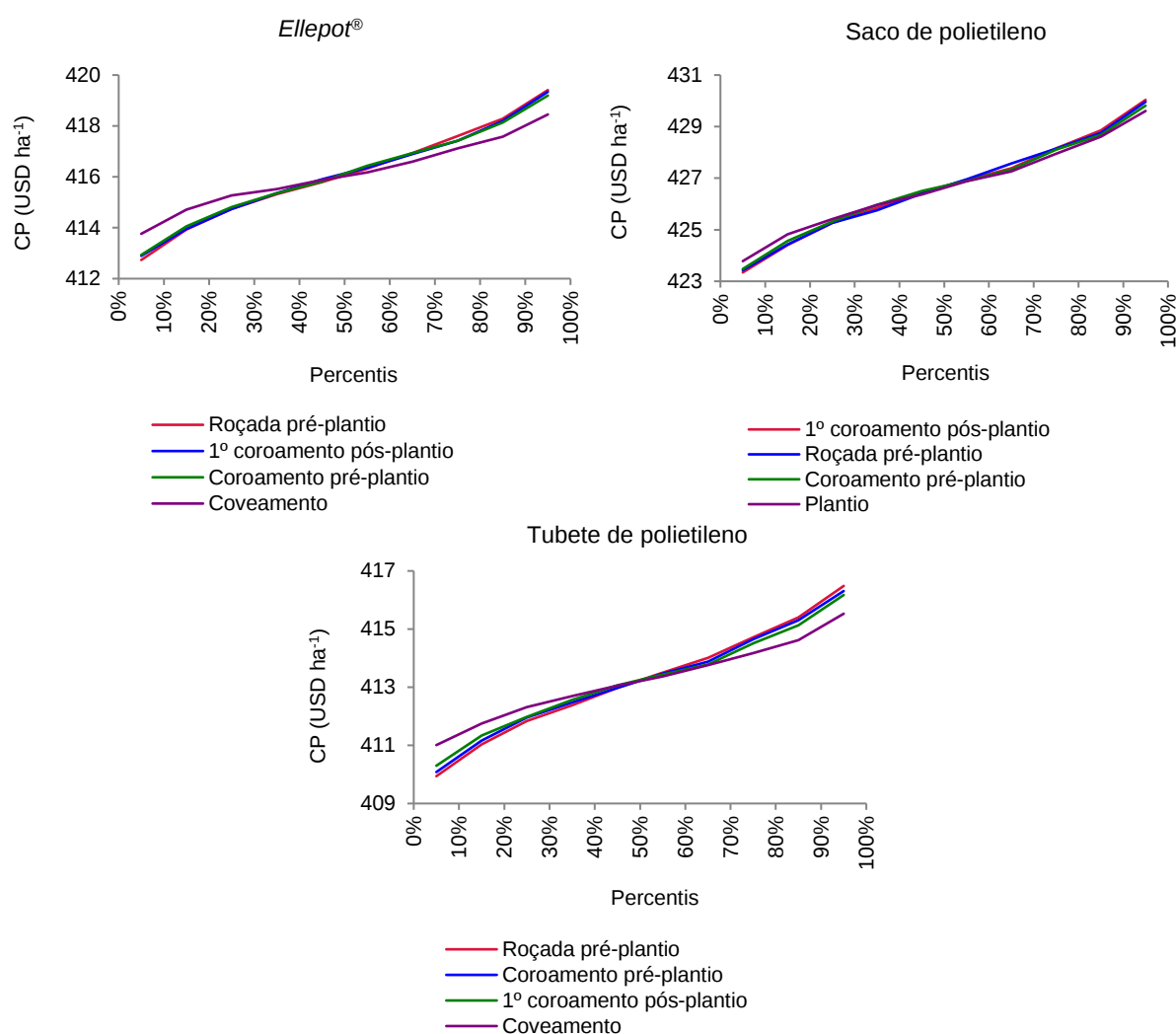


Figura 2. Valor modal do custo de produção dos projetos de investimento em restauração florestal

2.3.4 Custo anual uniforme equivalente

Ao analisar o CAUE dos projetos de investimento em restauração florestal (Figura 3), verificou-se que os melhores ajustes dos dados ocorreram por meio da distribuição

de probabilidade Beta, ademais, o menor valor do CAUE ocorreu no projeto com mudas produzidas em *Ellepot*[®], com de BIC= 1.121.486, média de 2.178,28 USD a. a.⁻¹ e desvio padrão de 66,47 USD a. a.⁻¹.

O maior CAUE ocorreu no projeto de investimento que contempla mudas produzidas em sacos de polietileno, logo, com BIC=1.164.775, média de 2.808,87 USD a. a.⁻¹ e desvio padrão de 82,02 USD a. a.⁻¹. Já no projeto com aquisição de mudas florestais em tubetes de polietileno, constatou-se que o valor médio do CAUE foi de 2.236,18 USD a. a.⁻¹ com desvio padrão de 67,33 USD a. a.⁻¹, e valor do modelo BIC=1.266.027.

Além disso, observa-se que em 100% dos cenários possíveis o CAUE do projeto com aquisição de mudas florestais produzidas em *Ellepot*[®] será menor que o CAUE do projeto de investimento com mudas florestais em sacos de polietileno e, por conseguinte, em 80% dos cenários no projeto com mudas florestais em tubetes de polietileno.

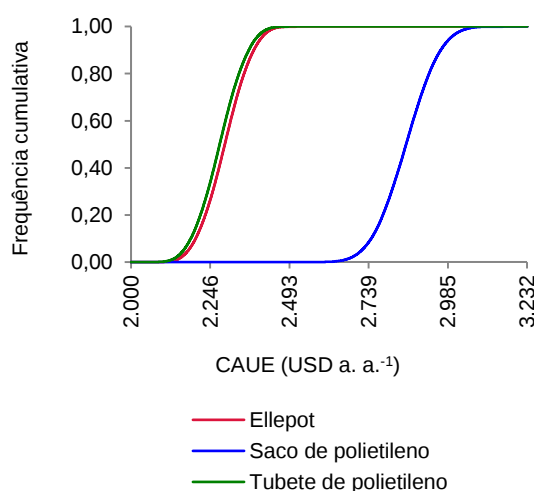


Figura 3. Frequências cumulativas de probabilidade dos custos anuais uniformes equivalentes (CAUE) dos projetos de investimento em restauração florestal ativa

2.4 Discussão

A taxa do custo de oportunidade estimada a partir de parâmetros que levam em consideração os riscos de mercado, participação de capital próprio e terceiros, pode ser considerada um diferencial na análise de projetos de investimentos em restauração florestal, o que torna as decisões tomadas por gestores de restauração mais precisas e com maior acurácia.

Deste modo, Stanturf (2021) corrobora que parte do monitoramento ocorre em conformidade com as fontes de financiamento dos projetos de investimento. A taxa de custo de oportunidade de 6,75% está entre os valores propostos por Verdone & Seidl (2017) (5,00 e 7,00%), dentro dos quais se promoveria restauração florestal mundial de até 250 milhões de hectares até 2030.

As distribuições de probabilidade Normal e Beta, ajustadas às variáveis incertas de entrada do modelo matemático do custo total e custo de produção, fornecem parâmetros de média e desvio padrão (Ahsanullah et al. 2014; Wu et al. 2021), conferindo aos gestores de restauração florestal descrever o comportamento dos dados e inferir sobre cenários futuros Deviatkin et al. (2020).

No custo total dos projetos de investimento, a diferença de 1.114,50 USD ha⁻¹ entre o projeto com mudas em *Ellepot*® e sacos de polietileno pode ser explicada, principalmente, pela diferença de 0,58 USD no preço unitário de aquisição das mudas. A diferença no custo final de aquisição das mudas pode estar relacionada com seu tempo de permanência no viveiro florestal, variedade e quantidade de insumos empregados na produção e nível tecnológico (Bamberg et al. 2013; Gasparin et al. 2014; Morkovina et al. 2019; Ivanova & Malitskaya 2019).

A aquisição das mudas produzidas em *Ellepot*®, saco de polietileno e tubete de polietileno representaram 29,49%, 50,12% e 33,83% do custo total, respectivamente. Os valores dos projetos com mudas *Ellepot*® e tubetes de polietileno foram inferiores

daqueles estimados por (Hüller et al. 2017; Raupp et al. 2020), nos quais a aquisição de mudas florestais nativas representou 45,29% e 41,00% do custo total dos projetos de restauração ativa do bioma Mata Atlântica.

O custo demandado para a aquisição das mudas florestais apresentou o maior coeficiente de correlação positiva ($\rho_s = 0,93$) no projeto de investimento com mudas florestais em sacos de polietileno, que, conforme de Chan (2003), é uma correlação muito forte. Portanto, o custo total foi diretamente impactado pelas oscilações do preço da muda, desse modo, são necessárias ações para mitigar esses custos e assim reduzir o impacto no custo total desse projeto de investimento.

O custo com a aquisição das mudas em sacos de polietileno pode estar relacionado ao nível tecnológico do viveiro florestal, onde recipientes com volumes de 900, 2.873 e 8.000 cm³, apesar de proporcionarem mudas com qualidade, podem elevar os dispêndios com insumos florestais, principalmente substrato, além de reduzir o número de plantas por metro quadrado no viveiro florestal (Akpo 2014; Ameri & Daldoum 2017; Sun 2017; Lone 2020).

Os coeficientes de correlação referente ao custo por mão de obra nos projetos de investimento em restauração florestal com mudas em *Ellepot*[®] ($\rho_s = 0,56$) e tubetes de polietileno ($\rho_s = 0,51$) foram os que apresentaram correlação positiva e, de acordo com Hair et al. (2003), esses valores são considerados uma correlação moderada.

Na correlação de *Spearman* (ρ_s) dos componentes do custo total foi observado $\rho_s \leq 0,20$ na mão de obra indireta, custo com combustível e óleo lubrificante, remuneração dos fatores de produção, custos administrativos depreciação e insumos florestais no projeto com mudas produzidas em sacos de polietileno, indicando, assim, de acordo com Dancey & Reidy (2007), correlação fraca entre as variáveis.

No custo de produção das operações, a maior produtividade da operação de plantio de mudas produzidas em *Ellepot*® consentiu com o menor custo, logo, o contrário foi observado na operação das mudas produzidas em sacos de polietileno que, na concepção de (Bodaghi et al. 2018; Fiedler et al. 2020), está fundamentado na relação inversa entre a produtividade e os custos.

As operações de roçada pré-plantio e coroamentos foram as que mais impactaram no custo de produção que, apesar de serem indispensáveis no sucesso da restauração florestal Brancalion et al. (2019), são as atividades que mais contribuem para elevação dos custos da restauração Santos et al. (2020), principalmente nos trópicos úmidos Van Oosterzee et al. (2020).

Desse modo, com vistas a minimizar os custos com estas operações, justifica-se a qualificação da mão de obra por meio dos treinamentos dos colaboradores, verificação das manutenções dos equipamentos ou utilização de outras alternativas de controle, como a aplicação de herbicidas registrados que, além de promover a sobrevivência e crescimento das mudas florestais nativas (Tuchetto et al. 2020), conforme Santos et al. (2018), poderia reduzir o custo com controle de plantas daninhas em até 36%.

Ao proporcionar o menor custo anual uniforme equivalente, e pautado na análise de projetos mutuamente excludentes, o projeto de investimento com mudas em *Ellepot*® foi recomendado economicamente, haja vista que, conforme Taleghani et al. (2021), os custos anuais uniformes são inferiores quando comparados com os demais projetos de investimento.

Os parâmetros da distribuição de probabilidade Beta ajustados às variáveis incertas do CAUE podem ser empregados como premissas na elaboração e aceitação de projetos de investimento em restauração florestal, além disso, de acordo com

(Miyajima et al. 2017; Rout et al. 2018; Cary & Frey 2020), podem melhorar a previsão dos resultados e, por conseguinte, estabelecer metas executáveis.

Deste modo, o projeto de investimento em restauração florestal ativa com aquisição de mudas produzidas em *Ellepot*® pode ser a alternativa economicamente viável, visto que, mesmo sob condições de incerteza, proporcionou o menor custo total, custo de produção e custo anual uniforme equivalente. Ademais, os custos com aquisição de mudas e mão de obra direta foram determinantes na elevação dos valores e, por conseguinte, na viabilidade econômica dos projetos de investimento.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida – código do financiamento 001.

LITERATURA CITADA

Ahsanullah M, Kibria BG, Shakil M (2014) Normal distribution. In Normal and Student's t Distributions and Their Applications. Atlantis Press, Paris, France

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil (2013). Meteorologische Zeitschrift 22:711–728

Akpo E, Stomph TJ, Kossou DK, Struik PC (2020) Growth dynamics of tree nursery seedlings: The case of oil palm. Scientia Horticulturae 175:251–257

Ameri HA, Daldoum DMA (2017) The impact of growing media and container size on the growth and development of *Faidherbia albida* seedlings. Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences 4:91–101

Bassoli HM, Batistela GC, Fenner PT, Simões D (2020) Custo anual uniforme equivalente de máquinas de colheita de madeira: uma abordagem estocástica. Pesquisa Florestal Brasileira 40: e201902073

Bamberg R, Behling A, Perrando, ER, Sanquetta CR, Nakajima NY, Schreinere T, Pelissari AL (2013) Relationship between nutrition and residence time of seedlings of *Bauhinia forficata* in greenhouse. Silva Lusitana 21:87–101

Behzad M, Zolfani SH, Pamucar D, Behzad M (2020) A comparative assessment of solid waste management performance in the Nordic countries based on BWM-EDAS. *Journal of Cleaner Production* 266:122008

Bodaghi AI, Nikooy M, Naghidi R, Venanzi R, Latterini F, Tavankar F, Picchio R (2018) Ground-Based Extraction on Salvage Logging in Two High Forests: A Productivity and Cost Analysis. *Forests* 9:1–18

Brasil, Bolsa, Balcão (2020) Cotações históricas. Disponível em: http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/historico/mercado-a-vista/cotacoes-historicas/ (accessed 19 July 2020)

Brancalion PHS, Meli P, Tymus JRC, Lenti FEB, Benini RM, Silva APM, Isernhagen I, Holl KD (2019) What makes ecosystem restoration expensive? A systematic cost assessment of projects in Brazil. *Biological Conservation* 240:108274

Brancalion PHS, Schweizer D, Gaudare U, Manguiera JR, Lamonato F, Farah FT, Nave AG, Rodrigues RR (2016) Balancing economic costs and ecological outcomes of passive and active restoration in agricultural landscapes: the case of Brazil. *Biotropica* 48:856–867

Cary MA, Frey GE (2020) Alley cropping as an alternative under changing climate and risk scenarios: A Monte-Carlo simulation approach. *Agricultural Systems* 185:102938

Cuthbert JR (2017) Partitioning transaction vectors into pure investments *The Engineering Economist* 63:143–152

Chan YH (2003) Biostatistics 104: correlational Analysis. *Singapore Medical Journal* 44:614–619

Chaves RB, Durigan G, Brancalion PHS, Aronson J (2015) On the need of legal frameworks for assessing restoration projects success: new perspectives from São Paulo state (Brazil). *Restoration Ecology* 23:754–759

Croux C, Dehon C (2010) Influence functions of the Spearman and Kendall correlation measures. *Statistical methods & applications* 19:497–515

Damodaran A (2021) Country Default Spreads and Risk Premiums. http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html (accessed 28 January 2021)

Dancey CP, Reidy J (2007). *Statistics without maths for psychology*. Pearson education. Prentice Hall, New Jersey, United States

Department of the treasury. T-Bonds (2020) <https://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/TextView.aspx?data=yieldAll> (accessed 20 July 2020)

Dellinger JB (2017) Correlation, Spearman. Pages 273-275 In: Allen M. The sage encyclopedia of communication research methods. Sage Publications, California, United States

Detemple J, Kitapbayev Y (2020) The Value of Green Energy: Optimal Investment in Mutually Exclusive Projects and Operating Leverage. *The Review of Financial Studies* 33:3307–3347

Deviatkin I, Kozlova M, Yeomans JS (2020) Simulation decomposition for environmental sustainability: Enhanced decision-making in carbon footprint analysis. *Socio-Economic Planning Sciences* (in press)

Fitz-Gibbon CT, Morris LL (1987) Examining relationships between variables. Pages 78-81 In: Fitz-Gibbon CT, Morris LL. *How to analyze data*. Sage Publications, California, United States

Fiedler NC, Campos AA, Caldeira MVW, Lima JSS, Ramalho AHC, Lopoés ES (2020) Economic and operational analysis of mechanized forest implementation. *Revista Árvore* 44:e4422

Hair JF, Bush RP, Ortinau DJ (2003) Data analysis: testing for association. Pages 560-594 In: Hair JF, Bush RP, Ortinau DJ. *Marketing Research: within a changing information environment*. The McGraw-Hill Companies, New York, United States

Gasparin E, Avila AL, Araujo MM, Cargnelutti Filho A, Dorneles DU, Foltz DRB (2014) Influência do substrato e do volume de recipiente na qualidade das mudas de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. em viveiro e no campo. *Ciência Florestal* 24:553-563

Hüller A, Coelho GC, Meneghello GE, Peske ST (2017) Evaluation of direct seeding and seedling planting of two neotropical tree species with the use of natural inputs. *Revista Árvore* 41:e410405

Ilha P, Schiesari L, Yanagawa FI, Jankowski K, Navas CA (2018) Deforestation and stream warming affect body size of Amazonian fishes. *PLoS ONE* 13:e0196560

Ivanova AV, Malitskaya VB (2019) The economic aspect of new ways of obtaining innovative forest biotechnology products. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 392:012023

- INDC. Intended Nationally Determined Contribution (2015) <https://www4.unfccc.int/sites/submissions/indc/Submission%20Pages/submissions.aspx> (accessed 05 November 2020)
- Johnson R, Soenen L (2012) Equity market risk premium and global integration. *Journal of Centrum Cathedra* 2:12–23
- J.P Morgan (2021) Emerging markets bond index + risco Brasil (EMBI+ RB). <https://www.jpmorgan.com.br/pt/disclosures> (accessed 20 January 2021)
- Kaplan R (1998) *Advanced Management Accounting*. Prentice-Hall, New Jersey, United States
- Lone RA, Jabeeb S, Sarlach HS, Tamta N, Kaur J (2020) Effect of Different Size of Container on Growth and Quality of Seedlings of *Gmelina arborea* Roxb. *Indian Forester* 146:1046–1052
- Mangueira JRSA, Holl K. D, Rodrigues RR (2018) Enrichment planting to restore degraded tropical forest fragments in Brazil. *Ecosystems and People* 15:3–10
- Matsumoto M, Nishimura T (1998) Mersenne twister: a 623-dimensionally equidistributed uniform pseudo-random number generator. *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation* 8:3–30
- Miyajima RH, Tonin RP, Fenner PT, Simões D (2017) Análise quantitativa do risco técnico-econômico de um trator florestal skidder. *BIOFIX Scientific Journal* 2:06-11
- Miyajima RH, Fenner PT, Batistela GC, Simões D (2020) Technical-economic analysis of grapple saw: a stochastic approach. *Croatian Journal of Forest Engineering* 41:219-229
- Molin PG, Chazdon R, Ferraz SFB, Brancalion PHS (2018) A landscape approach for cost-effective large-scale forest restoration. *Journal of Applied Ecology* 55:2767–2778
- Morkovina SS, Matveev SM, Ivanova AV, Sukhova VE (2019) Economic prospects of innovative technologies of in vitro cultivation of seedlings. *International Journal of Economics & Business Administration* 7:439-446
- Moody's Rating. Country default spreads (2021) <https://www.moody's.com/credit-ratings/Brazil-Government-of-credit-rating-114650> (accessed 20 January 2021)
- Oliveira RE, Engel VL (2017) A restauração florestal na Mata Atlântica: três décadas em revisão. *Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente* 5:40–48

Palisade Corporation. @Risk. Versão 8.0. Ithaca, (2020). Disponível em: <https://www.palisade-br.com/> (accessed 15 May 2020)

Perold AF (2004) The capital asset pricing model. *Journal of Economic Perspectives* 18:3–24

Prevedello JA, Winck GR, Weber MM, Nichols E, Sinervo B (2019) Impacts of forestation and deforestation on local temperature across the globe. *PLoS ONE* 14:e0213368

Raupp PP, Ferreira MC, Alves M, Campos Filho EM, Sartorelli PAR, Consolaro HN, Vieira DLM (2020) Direct seeding reduces the costs of tree planting for forest and savanna restoration. *Ecological Engineering* 148:105788

Reveco R, Velásquez M, Bustos L, Goyenechea M, Bachelet V (2019) Determining the operating costs of a medical surveillance program for copper miners exposed to high altitude–induced chronic intermittent hypoxia in chile using a combination of microcosting and time-driven activity-based costing. *Value in Health* 20:115–121

Rogozhin A, Gallaher M, Helfand G, McManus W (2010) Using indirect cost multipliers to estimate the total cost of adding new technology in the automobile industry. *International Journal of Production Economics* 124:360–368

Rout A, SAhoo SS, Thomas S (2018) Risk modeling of domestic solar water heater using Monte Carlo simulation for east-coastal region of India. *Energy* 145:548-556

Rodas JMC, Castanho RA, Fernánde JC, Gómez JMN (2020) Sustainable valuation of land for development. adding value with urban planning progress. a Spanish case study. *Land Use Policy* 92:104456

Ronquist F, Teslenko M, Van Der Mark P, Ayres DL, Darling A, Hohna S, Larget B, Liu L, Suchard MA, Huelsenbeck JP (2012) Mrbayes 3.2: Efficient bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. *Systematic Biology* 61:539–542

Sahoo K, Bilek E, Bergman R, Kizha AR, Mani S (2019) Economic analysis of forest residues supply chain options to produce enhanced-quality feedstocks. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 13:514–534

Santos FAM, Leles PSS, Resende AS, Nascimento DF, Santos GR (2020) Estratégias de controle de braquiárias *Urochloa* spp. na formação de povoamento para restauração florestal. *Ciência Florestal* 30:29–42

Santos HG, Jacomine PKT, Anjos LHC, Oliveira VA, Lumbrreras JF, Coelho MR, Almeida JÁ, Araujo Filho JC, Oliveira JB, Cunha TJF (2018) Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Embrapa, Brasília, Brasil

Santos FAM, Leles PSS, Santana JES, Nascimento DF, Machado AFL (2018) Controle químico de plantas daninhas em povoamentos de restauração florestal. Pesquisa Florestal Brasileira e1983-2605

São Paulo (2009) Quantificação da vegetação natural remanescente para os municípios do estado de São Paulo, Legenda IBGE – RADAM – 2009. Sistema de Informações Florestais do Estado de São Paulo – SIFESP. São Paulo, Brasil

Silva AM, Bortoleto LA, Catelli KR, Silva RA, Mendes PB (2017) Prospecting the potential of ecosystem restoration: A proposed framework and a case study. Ecological Engineering 108:505–513

Simões D, Cervi RG, Fenner PT (2013) Análise da depreciação do forwarder com aplicação do custo anual uniforme equivalente. Técnica e Lógos 4:33–49

Sun Q, Dumroese RK, Liu Y (2018) Container volume and subirrigation schedule influence *Quercus variabilis* seedling growth and nutrient status in the nursery and field. Scandinavian Journal of Forest Research 33:560–567

Stanturf JA (2021) Forest landscape restoration—building on the past for future success. Restoration Ecology (in press)

S&P Dow Jones. S&P Global Timber & Forestry Index (2020) <https://www.spglobal.com/spdji/en/indices/equity/sp-global-timber-and-forestry-index/#overview> (accessed 20 July 2020)

Schwarz, G (1978) Estimating the dimension of a model. The annals of statistics 6:461–464

Teleghani ST, Sorin M, Gaboury S (2021) Thermo-economic analysis of heat-driven ejector system for cooling smelting process exhaust gas. Energy 220:119661

Turchetto F, Araujo MM, Tabaldi LA, Griebeler AM, Rorato DG, Berghetti ALP, Barbosa FM, Lima MS, Costella C, Sasso VM (2020) Intensive silvicultural practices drive the forest restoration in southern Brazil. Forest Ecology and Management 473: 118325

Van Oosterzee P, Liu H, Preeceac ND (2020) Cost benefits of forest restoration in a tropical grazing landscape: Thiaki rainforest restoration project. Global Environmental Change 63:102105

Verdone M, Seidl, A (2017) Time, space, place, and the Bonn Challenge global forest restoration target. *Restoration Ecology* 25:903–911

Wu Z, Lv H, Meng Y, Guan X, Zang Y (2021) The determination of flood damage curve in areas lacking disaster data based on the optimization principle of variation coefficient and beta distribution. *Science of the Total Environment* 750:142277

Yang Y, Zheng H, Kong L, Huang B, Xu W, Ouyang Z (2019) Mapping ecosystem services bundles to detect high- and low-value ecosystem services areas for land use management. *Journal of Cleaner Production* 255:11–17

Zeppetello LRV, Parsons LA, Spector JT, Naylor RL, Battisti DS, Masuda YJ, Wolff NH Large scale tropical deforestation drives extreme warming. *Environmental Research Letters* 15:084012

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de tempos das operações de implantação das mudas e manutenção pós-plantio permitiu entender o quanto cada elemento de trabalho influencia na produtividade da operação, em que o menor número de elementos de trabalho do plantio de mudas em *Ellepot*® consentiu com a maior produtividade efetiva desta operação.

As adubações de base e adubações de cobertura apresentaram as maiores variações nos tempos demandados para realizar as operações, logo, com vistas a melhorar a eficiência dessas operações, justifica-se a aplicação de medidas que minimize estas incertezas.

Na restauração florestal, a escolha das mudas produzidas em diferentes recipientes interfere na aceitação do projeto de investimento, logo, o projeto com aquisição de mudas produzidas em *Ellepot*®, mesmo sob condições de incertezas, proporcionou maior produtividade na operação de plantio, menor custo total, menor custo de produção e custo anual uniforme equivalente.

O custo com aquisição de mudas e mão de obra direta são componentes de custo que podem interferir na aceitação dos projetos de investimento em restauração florestal ativa. Desta maneira, faz-se necessário empregar ferramentas que promovam a redução destes custos.

As análises das incertezas associadas à produtividade efetiva das operações e, por conseguinte, às análises de custos podem ser uma ferramenta potencial, em que gestores de restauração florestal podem tomar as decisões com maior exatidão e menor custo, eliminando assim a subjetividade de análises pautadas em dados determinísticos.

REFERÊNCIAS

- ABOSREA, A.; EL-SALLAMY, W.; OSMAN, T.; ELNADY, T. Production cost development for commercial exhaust systems. **Ain Shams Engineering Journal**, Cairo, v. 9, n. 4, p. 2725-2735, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447917301156>. Acesso em: 05 jun. 2019.
- ADAR, E.; İNCE, M.; KARATOP, B.; BILGILI, M. S. The risk analysis by failure mode and effect analysis (FMEA) and fuzzy-FMEA of supercritical water gasification system used in the sewage sludge treatment. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, Amsterdam, v. 5, n. 1, p. 1261-1268, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221334371730057X>. Acesso em: 05 jun. 2019.
- AHMED, M. S. Use of Monte Carlo Simulation to assess uncertainties in fire consequence calculation. **Ocean Engineering**, Oxford, v. 117, p. 411-430, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0029801816300154>. Acesso em: 05 jun. 2019.
- ALARCÓN, L. F.; ASHLEY, D. B.; DE HANILY, A. S.; MOLENAAR, K. R.; UNGO, R. Risk planning and management for the Panama Canal expansion program. **Journal of Construction Engineering and Management**, Reston, v. 137, n. 10, p. 762–771, 2011. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0000317>. Acesso em: 10 jun. 2020.
- AL-LABADI, L.; ZAREPOUR, M. Two-sample Kolmogorov-Smirnov test using a Bayesian nonparametric approach. **Mathematical Methods of Statistics**, New York, v. 26, n. 3, p. 212-225, 2017. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.3103/S1066530717030048>. Acesso em: 31 jul. 2020.
- ALVES, A. S.; OLIVEIRA, L. S. B.; ANDRADE, L. A.; GONÇALVES, G. S.; SILVA, J. M. Produção de mudas de angico em diferentes tamanhos de recipientes e composições de substratos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pompal, v. 7, n. 2, p. 39-44, 2012. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1108>. Acesso em: 24 maio. 2020.
- ALMEIDA, D. S. Modelos de recuperação ambiental. In: ALMEIDA, D. S. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. 3. ed. rev. Ilhéus: Editus, 2016. p. 100-137. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/8xvf4>. Acesso em: 28 mar. 2019.
- ALTAY, E.; ÇAGICI, S. Liquidity adjusted capital asset pricing model in an emerging market: Liquidity risk in Borsa Istanbul. **Borsa Istanbul Review**, Amsterdam, v. 19, n. 4, p. 297-309, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214845019300791>. Acesso em: 09 jun. 2020.

ARUGA, K.; YAMADA, T.; YAMAMOTO, T. Comparative analyses of the cycle time, productivity, and cost between 62- and 107-year-old japanese cypress clear cutting operations using a small-scale cable logging system. **Small-scale Forestry**, Garpenberg, v.18, n. 2, p. 279-289, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11842-018-9412-7>. Acesso em 08 jun. 2019.

ASSAF NETO, A. A.; LIMA, F. G.; ARAÚJO, A. M. P. Uma proposta metodológica para o cálculo do custo de capital no Brasil. **Revista de Administração**, São Paulo - SP, v. 43, n. 1, p. 72-83, 2008. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rausp/article/view/44468>. Acesso em: 05 jun. 2020.

ASGHARIAN, H.; CHRISTIANSEN, C.; HOU, A. J. Effects of macroeconomic uncertainty on the stock and bond markets. **Finance Research Letters**, Maryland Heights, v. 13, p. 10-16, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1544612315000367>. Acesso em: 05 jun. 2020.

ASLAM, M. Design of sampling plan for exponential distribution under neutrosophic statistical interval method. **IEEE Access**, Piscataway, v. 6, p. 64153-64158, 2018. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8506360>. Acesso em: 07 ago. 2020.

AVEN, T. Risk assessment and risk management: review of recent advances on their foundation. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 253, n. 1, p. 1-13, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221715011479>. Acesso em: 27 jun. 2019.

ANDERS, R.; ALARIO, F. X.; VAN MAANEN, L. The shifted Wald distribution for response time data analysis. **Psychological methods**, Washington, v. 21, n. 3, p. 309-327, 2016. Disponível em: <https://psycnet.apa.org/record/2016-07275-001>. Acesso em: 02 out. 2020.

BAKOUCHE, H. S. **Using the Weibull distribution: Reliability, modeling and inference**. 1. ed. New Jersey: John Wiley & Sons 2014.

BARBOSA, T. C.; RODRIGUES, R. R.; COUTO, H. T. Z. Tamanhos de recipientes e o uso de hidrogel no estabelecimento de mudas de espécies florestais nativas. **Hoehnea**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 537-556, 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2236-89062013000300013&script=sci_arttext. Acesso em: 24 maio. 2020.

BAJPAI, S.; SHARMA, A. K. An empirical testing of capital asset pricing model in India. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, Corte Madera, v. 189, p. 259-265, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815020145>. Acesso em: 27 jun. 2019.

BALETRINA, D.; MARTINSA, S. V.; SCHOORLB, J. M.; LOPESC, A. T.; ANDRADEC, C. F. Phytosociological study to define restoration measures in a mined area in Minas Gerais, Brazil. **Ecological Engineering**, Amsterdam, v. 135, p.8-16, 2019. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857419301405>. Acesso em: 15 jul. 2019.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida de trabalho**. 6. ed. São Paulo: Edgard Blüchen, 1977.

BARBOSA, T. C.; RODRIGUES, R. R.; COUTO, H. T. Z. Tamanhos de recipientes e o uso de hidrogel no estabelecimento de mudas de espécies florestais nativas.

Hoehnea, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 537-556, 2013. Disponível em:

https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2236-89062013000300013&script=sci_arttext. Acesso em: 24 maio. 2020.

BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; LELES, P. S. S. Qualidade de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. urophylla*, produzidas em tubetes e em blocos prensados, com diferentes substratos. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 238-250, 2000. Disponível em:

<http://www.floram.periodikos.com.br/article/588e21f3e710ab87018b45b1>. Acesso em: 24 maio. 2020.

BANERJEE, B.; PRADHAN, B. Kolmogorov–Smirnov test for life test data with hybrid censoring. **Communications in Statistics-Theory and Methods**, New York, v. 47, n. 11, p. 2590-2604, 2018. Disponível em:

https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03610926.2016.1205616?casa_token=aPjJX05tvXsAAAAA%3Av78ifEdYalk_q6v5jpVTI4JuFGSW_tv2CLp5LFzjRWzRjFCrj0JNvioyTPqz_NXPT5OzEbDevlsBGQ. Acesso em: 31 jul. 2020.

BALAKRISHNAN, N.; BASU, A. P. **The exponential distribution: theory, methods and applications**. Boca Raton: CRC Press -Taylor & Francis Group, 2019.

BERTIN, T., ANN, D., ZACHARIE, T., EBENEZAR, A.; ALAIN, T. Enhancing farmers access to quality planting materials through community-based seed and seedling systems: experiences from the western highlands of cameroon. **Middle-East Journal of Scientific Research**, Dubai, v. 12, n. 4, p. 455-463, 2012. Disponível em:

<https://www.semanticscholar.org/paper/Enhancing-Farmers-Access-to-Quality-Planting-Seed-Bertin-Ann/3634ee4f5b68b4a4de876eee4aab905f57467239>. Acesso em: 03 jun. 2020.

BILICI, E.; AKAY, A. E.; ABBAS, D. J. Assessing the effects of site factors on the productivity of a feller buncher: a time and motion analysis. **Journal of Forestry Research**, Harbin, v. 30, n. 4, p.1471–1478, 2018. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11676-018-0696-4>. Acesso em: 16 jul. 2019.

BJÖRNEBO, L.; SPATARI, S.; GURIAN, P. L. A greenhouse gas abatement framework for investment in district heating. **Applied Energy**, Oxford, v. 211, p. 1095-1105, 2018. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261917317130>. Acesso em: 11 apr. 2019.

BODA, D. Monte Carlo Simulation of electrolyte solutions. *In: biology: in and out of equilibrium. Annual Reports in Computational Chemistry*, v. 10, Amsterdam: Elsevier, 2014, p. 127-163. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444633781000057>. Acesso em: 02 maio. 2019.

BORGONOVO, E.; CAPPELLI, V.; MACCHERONI, F.; MARINACCI, M. Risk analysis and decision theory: a bridge. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 264, n. 1, p. 280-293, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377221717306008>. Acesso em: 25 apr. 2019.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 7. ed. rev. ampl. Viçosa, MG: Editora da UFV, 2017.

BRANCALION, P. H. S.; GARCIA, L. C.; LOYOLA, R.; RODRIGUES, R. R.; PILLAR, V. D.; LEWINSOHN, T. M. Análise crítica da lei de proteção da vegetação nativa (2012), que substituiu o antigo código florestal: atualizações e ações em curso. **Natureza & Conservação**, Curitiba, v. 14, p. 1-16, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1679007316300032>. Acesso em: 12 maio. 2019.

BRASIL. **Lei Federal n. 12.651 de 25 de maio de 2012**. Define o código florestal brasileiro. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 18 de jun. 2019.

BRASIL, BOLSA, BALCÃO. **B³ - Cotações históricas**. 2019. Disponível em: http://www.b3.com.br/pt_br/market-data-e-indices/servicos-de-dados/market-data/historico/mercado-a-vista/cotacoes-historicas/. Acesso em: 10 jul. 2020.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. **Instrução normativa ICMbio nº 11, de 11 de dezembro de 2014**. Estabelecer procedimentos para elaboração, análise, aprovação e acompanhamento da execução de Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada - PRAD, para fins de cumprimento da legislação ambiental. Brasília, DF: Presidência da República, 2014. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Instrucao_normativa/2014/in_icmbio_11_2014_estabelece_procedimentos_prad.pdf. Acesso em: 23 maio. 2020.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. **Resolução nº 429, de 28 de fevereiro de 2011**. Dispõe sobre a metodologia de recuperação das áreas de preservação permanente - APPs. Brasília, DF: Presidência da República, 2011. Disponível em: [http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_federal/leg_fed_resolucoes/leg_fed_res_conama/Resol-CONAMA-429-11_\(metologia-recuperacao-APPs\).pdf](http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_urbanismo_e_meio_ambiente/legislacao/leg_federal/leg_fed_resolucoes/leg_fed_res_conama/Resol-CONAMA-429-11_(metologia-recuperacao-APPs).pdf). Acesso em: 23 maio. 2020.

BUTZKE, A. G.; MIRANDA, E. M.; ANDRADE NETO, R. C.; BIANCHINI, F.; FIUZA, S. S. Produção de mudas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) em diferentes tipos de substratos, recipientes e níveis de sombreamento em Rio Branco, Acre. **Embrapa Semiárido-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, Brasília-DF, 2018. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1096767>. Acesso em: 24 maio. 2020.

CAI, Z.; REN, Y.; YANG, B. A semiparametric conditional capital asset pricing model. **Journal of Banking & Finance**, Amsterdam, v. 61, p. 117-126, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378426615002599>. Acesso em: 28 set. 2019.

CABREIRA, G. V.; LELES, P. S. S.; ALONSO, J. M.; ABREU, A. H. M.; ARTHUR JUNIOR, J. C.; GUSMÃO, A. V. V.; LOPES, N. F. Fertilização e recipientes na produção de mudas e sobrevivência pós plantio de *Schizolobium parahyba*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 1644-1657, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/33261>. Acesso em: 26 maio. 2020.

CASTILLO, C.; NESIC, A.; URRRA, N.; MALDONADO, A. Influence of thermoplasticized starch on physical-chemical properties of new biodegradable carriers intended for forest industry. **International Journal of Biological Macromolecules**, Amsterdam, v. 122, p. 924-929, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813018321949>. Acesso em: 27 maio. 2020.

CELIKER, U.; KAYACETIN, N. V.; KUMAR, R.; SONAER, G. Cash flow news, discount rate news, and momentum. **Journal of Banking & Finance**, Amsterdam, v. 72, p. 240-254, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378426616301352>. Acesso em: 22 apr. 2019.

CENESIZOGLU, T.; REEVES, J. J. Capm, components of beta and the cross section of expected returns. **Journal of Empirical Finance**, Amsterdam v. 49, p. 223-246, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927539818300768>. Acesso em: 05 jun. 2020.

CHEN, K.; YANG, C. Developing a performance index with a Poisson process and an exponential distribution for operations management and continuous improvement. **Journal of Computational and Applied Mathematics**, Amsterdam, v. 343, p. 737-747, 2018. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Developing-a-performance-index-with-a-Poisson-and-Chen-Yang/eceabf02742d1590eba1674480767d2903c5815e>. Acesso em: 07 ago. 2020.

CHOUDHRY, R. M., ASLAM, M. A., HINZE, J. W., & ARAIN, F. M. Cost and Schedule Risk Analysis of Bridge Construction in Pakistan: Establishing Risk Guidelines. **Journal of Construction Engineering and Management**, Reston, v. 140, n. 7, p. 04014020, 2014. Disponível em:

<https://ascelibrary.org/doi/full/10.1061/%28ASCE%29CO.1943-7862.0000857>. Acesso em: 10 jun. 2020.

CLEWELL, A. F.; ARONSON, J. **Ecological restoration: principles, values, and structure of an emerging profession**. Washington: Island Press, 2007.

COLEN, I. F.; BRITO, J. A systematic approach for maintenance budgeting of buildings façades based on predictive and preventive strategies. **Construction and Building Materials**, Amsterdam, v. 24, n. 9, p. 1718-1729, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061810000528>. Acesso em: 22 apr. 2019.

CORREIA NETO, J. F. Técnicas de análise de investimentos. *In*: CORREIA NETO, J. F. **Excel Para Profissionais de Finanças**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2. ed. 2011, p. 225-263.

CONTI, A. C.; REIS, R. C. S.; CONTI, C.; DANIEL NETO, R. F.; ARANTES, A. K. Análise do desenvolvimento e da viabilidade econômica do plantio de mudas de árvores em tubetes biodegradáveis. **Revista de tecnologias**, Ourinhos, v. 5, n. 1, p. 113-121, 2012. Disponível em: <https://www.fatecourinhos.edu.br/retec/index.php/retec/article/view/85>. Acesso em: 27 maio. 2020.

DAMODARAN, A. **Investment valuation**: tools and techniques for determining the value of any asset. 2 ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2002.

DENKENA, B.; HORST, P.; SCHMIDT, C.; BEHR, M.; KRIEGLSTEINER, J. Estimation of Production Cost in an Early Design Stage of CFRP Lightweight Structures. **Procedia CIRP**, Amsterdam, v. 62, p. 45-50, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827116306497>. Acesso em: 24 apr. 2019.

DEGRANDE, A.; TADJO, P.; TAKOUTSING, B.; ASAAH, E.; TSOBENG, A.; TCHOUNDJEU, Z. Getting trees into farmers' fields: success of rural nurseries in distributing high quality planting material in Cameroon. **Small-scale Forestry, Dordrecht**, v. 12, n. 3, p. 403-420, 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11842-012-9220-4>. Acesso em: 03 jun. 2020.

DIAS, I. M.; BARRETO, I. D. C.; FERREIRA, R. A. Efeito de dosagens de fertilizante fosfatado na determinação de volume ótimo de produção de mudas de espécies florestais nativas. **Scientia Agraria Paranaensis**, Paraná, v. 15, n. 4, p. 471-475, 2016. Disponível em: <https://www.monografias.ufs.br/handle/riufs/11796>. Acesso em: 27 maio. 2020.

DURAN, C.; CETINDERE, A.; AKSU, YE. Productivity improvement by work and time study technique for earth energy-glass manufacturing company. **Procedia Economics and Finance**, Amsterdam, v. 26, 109-113, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567115008874>. Acesso em: 15 jul. 2019.

DURIGAN, G. ENGEL, V. L.; TOREZAN, J. M.; MELO, A. C. G.; MARQUES, M. C. M.; MARTINS, S. V.; REIS, A.; SCARANO, F. R. Normas jurídicas para a restauração ecológica: uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas? **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 471-485, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622010000300011. Acesso em: 22 jul. 2019.

DURODIÉ, B. Theory informed by practice. Application informed by purpose. Why to understand and manage risk, cultural context is the key. **Safety Science**, Amsterdam, v. 99, p. 244-254, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753517306616>. Acesso em: 15 mar. 2019.

Empresa brasileira de pesquisa agropecuária – EMBRAPA. **Código florestal, adequação ambiental da paisagem rural: Estratégias de recuperação**. Brasília – DF, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/estrategias-e-tecnicas-de-recuperacao>. Acesso em: 20 maio. 2020.

ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. *In*: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; MENDES, F. B. G. **Restauração Ecológica De Ecossistemas Naturais**. Botucatu: FEPAF. 2003. p. 01-26.

ERSHADI, H.; KARIMIPOUR, A. Present a multi-criteria modeling and optimization (energy, economic and environmental) approach of industrial combined cooling heating and power (CCHP) generation systems using the genetic algorithm, case study: A tile factory. **Energy**, London, v. 149, p. 286-295, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544218302627>. Acesso em: 25 jul. 2019.

FAMA, E. F.; FRENCH, K. R. A five-factor asset pricing model. **Journal of financial economics**, Amsterdam, v. 116, n. 1, p. 1-22, 2015. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304405X14002323?casa_token=3b4EkQbmB8UAAAAA:hNB5ftoNimLP_jj9A0FkOgYVK6M39gBblwv6uDya4wAV9fhAAWqlUUvzhpHHj_meuAypLjgqYxoK. Acesso em: 09 jun. 2020.

FAIRCHILD, K. W.; MISRA, L.; SHI, Y. Using triangular distribution for business and finance simulations in Excel. **Journal of Financial Education**, Atlanta, v. 42, n. 3-4, p. 313-336, 2016. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/90001156?seq=9#metadata_info_tab_contents. Acesso em: 31 jul. 2020.

FENGLER, F. H.; BRESSANE, A.; CARVALHO, M. M.; LONGO, R. M.; MEDEIROS, G. A.; MELO, W. J.; JAKOVAC, C. C.; RIBEIRO, A. L. Forest restoration assessment in Brazilian Amazonia: A new clustering-based methodology considering the reference ecosystem. **Ecological Engineering**, Amsterdam, v. 108, p. 93-99, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857417304688>. Acesso em: 02 ago. 2019.

FIGUEIREDO, F. A. M. M. A.; CARNEIRO, J. G. A.; THIEBAUT, J. T. L.; ABAD, J. I. M.; BARROSO, D. G.; FERRAZ, T. M. Correlations between Eucalyptus Clonal Cutting Quality and Performance after Planting. **Floresta Ambient**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 4, P. 1-8, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2179-80872019000400106&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 24 maio. 2020.

FIORILLO, C.; A.; P.; FERREIRA, R. M. **Comentários ao "Código" Florestal: Lei n 12.651/2012**. 2. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2018.

FORSEY, H. The mathematician's view: modelling uncertainty with the three-parameter lognormal. In: SORTINO, A.; SATCHELL, S. E. **Managing Downside Risk in Financial Markets: Theory, Practice and Implementation**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001. cap. 4, p. 51-58.

FRANK, M. Z.; SHEN, T. Investment and the weighted average cost of capital. **Journal of Financial Economics**, Amsterdam, v. 119, n. 2, p. 300-315, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304405X15001683>. Acesso em: 03 maio 2019.

FRANK, M. Z.; SHEN, T. Investment and the weighted average cost of capital. **Journal of Financial Economics**, Amsterdam, v. 119, n. 2, p. 300-315, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304405X15001683>. Acesso em: 02 out. 2020.

FREITAS, E. C. S.; PAIVA, H. N.; LEITE, H. G.; OLIVEIRA NETO, S. N. Crescimento e qualidade de mudas de *Cassia grandis* Linnaeus f. em resposta à adubação fosfatada e calagem. **Ciência Florestal**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 509-519, 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-50982017000200509&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 24 maio. 2020.

FRIEDRICH, S.; PAUL, C.; BRANDL, S.; BIBER, P.; MESSERER, K.; KNOKE, T. Economic impact of growth effects in mixed stands of norway spruce and european beech – a simulation-based study. **Forest Policy and Economics**, Amsterdam, v. 104, p. 65-80, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S138993411830594X>. Acesso em: 05 ago. 2019.

GANZ, A.; SCHLOTEFELDT, J. O.; RODRIGUES JUNIOR, M. M. Corporate governance and capital asset pricing models. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo - SP, v. 21, n. 2, p. 1-27, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-69712020000200401&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 09 jun. 2020.

GARCÍA-GUSANO, D.; ESPEGREN, K.; LIND, A.; KIRKENGEM, M. The role of the discount rates in energy systems optimisation models. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Oxford, v. 59, p. 56-72, 2016. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032116000253>. Acesso em: 16 ago. 2019.

GOLDEN, J.; MASHRUWALA, R.; PEVZNER, M. Labor adjustment costs and asymmetric cost behavior: An extension. **Management Accounting Research**, London, v. 46, p. 1-10, 2019. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1044500519300241?casa_token=ROebjaMJ26EAAAAA:4gaDxYgb0Q3xW0k6jUELew0C6ebsSY_FJKPhmL3s9cFn54YK9RJS35imZdG-Y6hBR7_OdyRR0Bt2. Acesso em: 20 maio. 2020.

GONZAGA, L. M.; SILVA, S. S.; CAMPOS, S. A.; FERREIRA, R. P.; CAMPOS, A. N. R.; CUNHA, A. C. M. C. M. Recipientes e substratos na produção de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 64-76, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2889>. Acesso em: 26 maio. 2020.

GONÇALVES, M. P. M.; SILVA JÚNIOR, F. S.; SOUZA, F. W. B.; SILVA, G. S. P.; SILIPRANDI, P. C. P. S. Desenvolvimento de mudas de *Aspidosperma parvifolium* A.DC. em diferentes recipientes e substratos. **Revista Semiárido De Visu**, Petrolina, v. 7, n. 3, p. 285-293, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ifsertao-pe.edu.br/ojs2/index.php/semiariodevisu/article/view/439>. Acesso em: 24 maio. 2020.

GOMES, A. S.; NETO, J. D.; SILVA, V. F. Serviços ecossistêmicos: conceitos e classificação. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidaba, v. 9, n. 4, 2018. Disponível em: <http://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2018.004.0002>. Acesso em: 22 jun, 2019.

GONÇALVES, J. L.; NAKAJIMA, N. Y.; ISBAEX, C.; GUIMARÃES, P. P.; HOSOKAWA, R. T.; QUARTUCCI, F. Estudo de tempo e movimento na etapa de seleção de mudas em um viveiro florestal. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 44, n. 4, p. 647 - 656, 2014. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/28862>. Acesso em: 06 mar. 2019.

GONZÁLEZ, H. A. B. El coeficiente beta (β) como medida del riesgo sistemático: Una demostración de que el valor del riesgo sistemático del mercado es igual a uno. REICE: **Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas**, Managu, v. 6, n. 12, p. 1-20, 2018. Disponível em: <https://www.camjol.info/index.php/REICE/article/view/7473>. Acesso em: 05 jun. 2020.

GONZÁLEZ, R. Lognormal city size distribution and distance. **Economics Letters**, Amsterdam, v. 181, p. 7-10, 2019. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez87.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S016517651930148X>. Acesso em: 01 out. 2020.

GONZALEZ, P.; KROLL, B.; VARGAS, C. R. Tropical rainforest biodiversity and aboveground carbon changes and uncertainties in the Selva Central, Peru. **Forest Ecology and Management**, Orlando, v. 312, p. 78-91, 2014. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112713006865>. Acesso em: 06 maio 2019.

GUIMARÃES NETO, O. **Análise de custos**. Curitiba: IESDE Brasil S.A. 2012. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=D1iQqPPOWYC&oi=fnd&pg=PA7&dq=related:khltOba0kKcJ:scholar.google.com/&ots=nY2yT0TJQz&sig=HnqQOdiDY8_Pepv_0HOS_YZP_ul#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 08 maio. 2019.

HAIGH, T.; PRIESTLEY, M.; ROPE, C. Analysis of the Monte Carlo calculations, 1947-8. In: HAIGH, T.; PRIESTLEY, M.; ROPE, C. **ENIAC in Action: Making and Remaking the Modern Computer**. Cambridge: MIT Press, 2016. Disponível em: <http://eniacinaction.com/docs/MonteCarloComputationAnalysis.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2019.

HALTON, J. H. A Retrospective and prospective survey of the Monte Carlo Method. **SIAM Review**, Philadelphia, v. 12, 1970, p. 1-63. Disponível em: <https://epubs.siam.org/doi/abs/10.1137/1012001?journalCode=siread>. Acesso em: 11 mar. 2019.

HANG, Y.; QU, M.; ZHAO, F. Economic and environmental assessment of an optimized solar cooling system for a medium-sized benchmark office building in Los Angeles, California. **Renewable Energy**, Oxford v. 36, n. 2, p. 648-658, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148110003605>. Acesso em: 03 abr. 2020.

HAUWERMEIREN, M. V. A compendium of distributions. In: VOSE, D. **Risk analysis: A quantitative guide**. 3 ed. West Sussex: John Wiley, 2008. p. 585-713.

HATÓ, Z.; KAVICZKI, Á.; KRISTÓF, T. A simple method for the simulation of steady-state diffusion through membranes: pressure-tuned, boundary-driven molecular dynamics. **Molecular Simulation**, Abingdon, v.42, p. 71-80, 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08927022.2015.1010083>. Acesso em: 11 apr. 2019.

HARVEY, L. D. D. Clarifications of and improvements to the equations used to calculate the levelized cost of electricity (LCOE), and comments on the weighted average cost of capital (WACC). **Energy**, London, v. 207, p. 1-7, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036054422031447X>. Acesso em: 02 out. 2020.

HEIKKILA, J.; TUOMOLA, J.; POUTA, E.; HANNUNEN, S. FinnPRIO: a model for ranking invasive plant pests based on risk. **Biological Invasions**, Dordrecht, v. 18, n. 7, p. 1827-1842, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10530-016-1123-4>. Acesso em: 30 set. 2020.

HOJJATI, S. N.; NOUDEHI, N. R. The use of Monte Carlo simulation in quantitative risk assessment of IT **projects**. **Advanced Networking and Applications**, Tamil

Nadu, v. 2621, p. 2616–2621, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/318654223_The_use_of_Monte_Carlo_simulation_in_quantitative_risk_assessment_of_IT_projects. Acesso em: 10 jun. 2020.

IVERSEN, A.; ASCHE, F.; HERMANSEN, O.; NYSTOY, R. Production cost and competitiveness in major salmon farming countries 2003–2018. **Aquaculture**, Amsterdam v. 522, p. 1-11, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0044848619300638>. Acesso em: 08 out. 2020.

INDC. **intended nationally determined contribution**, 2015. Disponível em: <https://www4.unfccc.int/sites/submissions/indc/Submission%20Pages/submissions.aspx>. Acesso em: 05 nov. 2020.

JAYASOORIYA, V. M.; NG, A. W. M.; MUTHUKUMARAN, S.; PERERA, B. J. C. Green infrastructure practices for improvement of urban air quality. **Urban Forestry & Urban Greening**, Muenchen, v. 21, p. 34-47, 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866715301539?casa_token=WT0JVikF0s4AAAAA:BpfonQVVv9oDBpk-TPlcF0ngQoNcynrKz3-knG9GpabHYzSeqI0EhrzO2sMTWcViMV9iul8f21Bw. Acesso em: 08 jun. 2020.

JASTAD, E. O.; MUSTAPHA, W. F.; BOLKESJO, T. F.; TROMBORG, E.; SOLBERG, B. Modelling of uncertainty in the economic development of the Norwegian forest sector. **Journal of Forest Economics**, Hanover, v. 32, p. 106-115, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1104689917300909>. Acesso em: 13 maio. 2019.

JAISWAL, A.; SANE, S. M.; KARANDIKAR, V. Improving productivity in a paint industry using industrial engineering tools and techniques. **International Journal of Advance Industrial Engineering**, Uttar Pradesh, v. 4, n. 11, 2016. Disponível em: <https://inpressco.com/wp-content/uploads/2016/04/Paper315-21.pdf>. Acesso em: 01 set. 2019.

JEGADEESHAN, N.; NOH, J.; PUKTHUANTHONG, K.; ROLL, R.; WANG, J. Empirical tests of asset pricing models with individual assets: resolving the errors-in-variables bias in risk premium estimation. **Journal of Financial Economics**, Amsterdam v. 133, n. 2, p. 273-298, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304405X19300431>. Acesso em: 09 jun. 2020.

JIA, X.; NADARAJAH, S.; GUO, B. The effect of mis-specification on mean and selection between the Weibull and lognormal models. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, Amsterdam, v. 492, p. 1875-1891, 2018. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez87.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0378437117311779#ig1>. Acesso em: 01 out. 2020.

JIANG, Y.; LI, S.; GUAN, B.; ZHAO, G. Cost effectiveness of new roadway lighting systems. **Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)**, Xi'an, v. 2, p. 158-166, 2015. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095756415000264>. Acesso em: 07 apr. 2019.

JIANG, J. Discount rate or cash flow contagion? Evidence from the recent financial crises. **Research in International Business and Finance**, Philadelphia, v. 39, part A, p. 315-326, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S027553191630191X>. Acesso em: 20 maio. 2019.

JOSINO, M. N.; MOREIRA, J. M. M. A. P.; SOUZA, A. N.; JOAQUIM, M. S.; SIMIONI, F. J.; GASPAR, R. O. Financial impact of silviculture management regime flexibilization under risk conditions. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 48, n. 125, p. 1-11. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr125.aspx>. Acesso em: 02 jun. 2020.

KAPLAN, R. S. Conceptual foundations of the balanced scorecard. **Handbooks of Management Accounting Research**, London, v. 3, p. 1253-1269, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751324307030039>. Acesso em: 06 mar. 2020.

KANNAN, V.; XUE, H.; RAMAAN, K. A.; CHEN, J.; FISHER, A.; BIRGERSSON, E. Quantifying operating uncertainties of a PEMFC – Monte Carlo-machine learning based approach. **Renewable Energy**, Oxford, v. 158, p. 343-359, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148120307953>. Acesso em: 10 jun. 2020.

KAMIL, M. Z.; TALEB-BERROUANE, M.; KHAN, F.; AHMED, S. Dynamic domino effect risk assessment using Petri-nets. **Process Safety and Environmental Protection**, v. Rugby, 124, p. 308-316, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957582018313284>. Acesso em: 24 apr. 2019.

KELLY, B. T.; PRUITT, S.; SU, Y. Characteristics are covariances: A unified model of risk and return. **Journal of Financial Economics**, Amsterdam, v. 134, n. 3, p. 501-524, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304405X19301151>. Acesso em: 09 jun. 2020.

KIM, K. H.; KIM, T. Capital asset pricing model: A time-varying volatility approach. **Journal of Empirical Finance**, Amsterdam, v. 37, p. 268-281, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927539816300032>. Acesso em: 23 maio. 2019.

KIM, S.; ABINAYA, M.; PARK, Y. G.; JEONG, B. R. Physiological and biochemical modulations upon root induction in rose cuttings as affected by growing medium. **Horticultural Plant Journal**, Pequim, v. 4, n. 6, p. 257-264, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468014118302310#fig0001>. Acesso em: 27 maio. 2020.

KLIPPEL, V. H.; PEZZOPANE, J. E. M.; SOLVA, G. F.; CALDEIRA, M. V. W.; PIMENTA, L. R.; TOLEDO, J. V. Avaliação de métodos de restauração florestal de Mata de Tabuleiros-ES. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 1, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622015000100007&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em: 03 maio. 2019.

KOLMOGOROV, A. N.; BHARUCHA-REID, A. T. **Foundations of the theory of probability**: Second English Edition. 2. ed. Mineola, New York: Courier Dover Publications, 2018. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ZZ5ODwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR3&ots=tKI8tS8ae7&sig=pN3eY3IWVhil9fnHsmxB0a8Uvng&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 31 jul. 2020.

KUMAR, R. Estimation of cost of capital. In: KUMAR, R. **Valuation Theories and Concepts**. Amsterdam: Academic Press, 2016. Cap. 4, p. 93–118.

KHASTGIR, S.; BIRRELL, S.; DHADYALLA, G.; SIVENCORONA, H.; JENNINGS, P. Towards increased reliability by objectification of hazard analysis and risk assessment (hara) of automated automotive systems. **Safety Science**, Amsterdam, v. 99, p. 166-177, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753517305763>. Acesso em: 29 apr. 2019.

LAUTENBERGER, C. Mapping areas at elevated risk of large-scale structure loss using Monte Carlo simulation and wildland fire modeling. **Fire Safety Journal**, Oxford, v. 91, p. 768-775, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0379711217301017>. Acesso em: 23 out. 2019.

LEE, B.; LEE, H.; KANG, S.; LIM, H. Stochastic techno-economic analysis of power-to-gas technology for synthetic natural gas production based on renewable H2 cost and CO2 tax credit. **Journal of Energy Storage**, Amsterdam, v. 24, p. 1-8, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352152X19301033>. Acesso em: 20 maio. 2020.

LEME, R. M.; SEABRA, J. E. A. Technical-economic assessment of different biogas upgrading routes from vinasse anaerobic digestion in the Brazilian bioethanol industry. **Energy**, London, v. 119, p. 754-766, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544216316346>. Acesso em: 08 jul. 2019.

LINTNER, J. The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital Budgets. In: **Stochastic optimization models in finance**. Academic Press, Cambridge, p. 131-155, 1975. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/1924119?seq=1#metadata_info_tab_contents. Acesso em: 29 mar. 2019.

LISBOA, C. A.; SANTOS, S. P.; OLIVEIRA NETO, N. S.; CASTRO, N. D.; ABREU, M. H. A. Efeito do volume de tubetes na produção de mudas de *Calophyllum*

brasiliense e *Toona ciliata*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 603-609, 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622012000400003. Acesso em: 24 maio. 2020.

LILFORD, E.; MAYBEE, B.; PACKY, D. Cost of capital and discount rates in cash flow valuations for resources projects. **Resources Policy**, Oxford, v. 59, p. 525-53, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030142071830374X>. Acesso em: 19 maio. 2019.

LI, J.; XIAO, F.; ZHANG, L.; AMIRKHANIAN, S. N. Life cycle assessment and life cycle cost analysis of recycled solid waste materials in highway pavement: A review. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 233, p. 1182-1206, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619320141>. Acesso em: 03 out. 2019.

LIOUI, A. Corporate social responsibility and macroeconomic uncertainty. In: **Handbook of environmental and sustainable finance**. 2016. cap. 6, p. 111-130. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128036150000066>. Acesso em: 05 jun. 2020.

LIMA FILHO, P.; LELES, P. S. S.; ABREU, A. H. M.; SILVA, E. V.; FONSECA, A. C. Produção de mudas de *Ceiba speciosa* em diferentes volumes de tubetes utilizando o biofóssido como substrato. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 27-39, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1980-50982019000100027&script=sci_arttext. Acesso em: 24 maio. 2020.

MAGAGNOTTI, N.; SPINELLI, R. **Good practice guidelines for biomass production studies**. 1. ed., Sesto Fiorentino: Cnr Ivalsa, 2012. Disponível em: <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/cases/case-detail/en/c/241090/>. Acesso em: 16 jun. 2020.

MARENZI, R. C.; LONGARETE, C. As áreas protegidas no Brasil e os serviços ecossistêmicos ante as inundações: finalidade ou casualidade? **Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía**, Bogotá, v. 27, n. 2, p. 313-322, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326596326_As_areas_protegidas_no_Brasil_e_os_servicos_ecossistemicos_ante_as_inundacoes_finalidade_ou_casualidade. Acesso em: 09 jun. 2019.

MARTÍN-BARRERA, G.; ZAMORA-RAMÍREZ, C.; GONZÁLES-GONZÁLES, J. M. Impact of flexibility in public R&D funding: How real options could avoid the crowding-out effect. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Oxford, v. 76, p. 813-823, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032117304124>. Acesso em: 05 ago. 2019.

MASHININI, P. M.; SONI, H. Design and optimum process parameters for unique production cost. **Materials Today: Proceedings**, Amsterdam, p. 1-4, 2020.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214785320311032>. Acesso em: 08 out. 2020.

MEHTA, N.; DINO, G. A.; AJMONE-MARSAN, F.; LASAGNA, M.; ROMÈ, C.; LUCA, D. A. Extractive waste management: A risk analysis approach. **Science of The Total Environment**, Amsterdam, v. 622–623, p. 900-912, 2018. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969717333181>. Acesso em: 22 ago. 2019.

MEIER, C. aggregate investor confidence in the stock market. **Journal of Behavioral Finance**, Philadelphia, v. 19, p. 421-433, 2018. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15427560.2018.1406942?src=recsys>. Acesso em: 05 jun. 2020.

MELLO, M. F.; PAVAN, L. A. Análise de tempos e métodos no setor de embalagem em uma empresa produtora de erva-mate. **Engvista**, São Domingos, v. 19, n. 5, p. 1198-1212, 2017. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/engevista/article/view/9162>. Acesso em: 24 apr. 2019.

MERKOVÁ, M.; DRÁBEK, J. Use of risk analysis in investment measurement and management. **Procedia Economics and Finance**, Amsterdam, v. 34, p. 656-662, 2015. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212567115016822>. Acesso em: 02 jun. 2019.

MENDONÇA, A. V. R.; RIBEIRO, L. G.; ASSUNÇÃO, J. R. A.; FREITAS, T. A. S.; SOUZA, J. S. Recipiente de fibras de *Attalea funifera* para produção de mudas de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 87, p. 245-252, 2016. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1186>. Acesso em: 26 maio. 2020.

METROPOLIS, N.; ULAM, S. The Monte Carlo method. **Journal of the American Statistical Association. JSTOR**. Michigan, vol. 44, 1949, p. 335–341. Disponível em: www.jstor.org/stable/2280232. Acesso em: 22 jun. 2019.

MILLS, D. J.; BOHLMAN, S. A.; PUTZ, F. E.; ANDREU, M.G. Liberation of future crop trees from lianas in Belize: Completeness, costs, and timber-yield benefits. **Forest Ecology and Management**, Orlando, v. 439, p. 97-104, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112718321327>. Acesso em: 23 set. 2019.

MIRANDA, J. G. N.; SOUZA, M. E.; MAIA, A. H. Crescimento de mudas de seringueira (*Hevea brasiliensis*) em diferentes tipos de substratos e recipientes. **Revista Cultura Agronômica**, Iha Solteira, v. 27, n. 4, p. 482, 2018. Disponível em: <https://search.proquest.com/openview/ac302943bf42691c9dc19239199463bc/1?pq-origsite=gscholar&cbl=3899605>. Acesso em: 24 maio. 2020.

MIRANDA NETO, A.; MARTINS, S. V.; SILVA, K. A. Plantlet rescue in a soil seed bank to produce forest species seedlings. **Ecological Engineering**, Amsterdam, v. 132, p. 94-101, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857419301089>. Acesso em: 26 maio. 2020.

MONGE, J. J.; DAGNEAULT, A. J.; DOWLING, L. J. HARRISON, D. R. AWATERE, S.; AUSSEIL, A. G. Implications of future climatic uncertainty on payments for forest ecosystem services: The case of the East Coast of New Zealand. **Ecosystem Services**, Amsterdam, v. 33, p. 199-212, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212041617306666>. Acesso em: 14 abr. 2019.

MOKTADIR, M.; A. AHMED, S.; TUJ-ZOHRA, F.; SULTANA, R. Productivity Improvement by Work Study Technique: A Case on Leather Products Industry of Bangladesh. **Industrial Engineering Management**, Barcelona, v. 6, n. 6, p. 1–11, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/315463070_Productivity_Improvement_by_Work_Study_Technique_A_Case_on_Leather_Products_Industry_of_Bangladesh. Acesso em: 03 jun. 2020.

MOHAMMED, A. Y.; GOLIJANEK-JĘDRZEJCZYK, A. Estimating the uncertainty of discharge coefficient predicted for oblique side weir using Monte Carlo method. **Flow Measurement and Instrumentation**, Oxford, v. 73, p. 1-6, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0955598620300753>. Acesso em: 14 out. 2020.

MORI, V. V.; KANCHAVA, Y. B.; KARETHA, P. A.; CHAROLA, M. B. Productivity improvement by use of time study, motion study, lean tool's and different strategy for assembly of automobile vehicles. **International Journal for Scientific Research & Development**, Ahmedabad, v. 3, n. 2, p. 2321–613, 2015. Disponível em: <http://ijsrd.com/Article.php?manuscript=IJSRDV3I2995>. Acesso em: 13 jun. 2019.

MOSTAFAEIPOUR, A.; BARDEL, B.; MOHAMMADI, K.; SADAGHAT, A.; DINPASHOH, Y. Economic evaluation for cooling and ventilation of medicine storage warehouses utilizing wind catchers. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Oxford, v. 38, p. 12-19, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032114004213>. Acesso em: 01 abr. 2019.

MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. **Estatística básica**. 8. ed., São Paulo, SP: Editora Saraiva Educação SA, 2013.

MOSSIN, J. Equilibrium in a capital asset market. **Econometrica: Journal of the econometric society**, Chichester, v. 34, p. 768-783, 1966. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/1910098?seq=1#metadata_info_tab_contents. Acesso em: 20 maio. 2020.

MUKHERJEE, S.; DE, S. When are investors rational? **Journal of Behavioral Finance**, Philadelphia, v. 20, p. 1-18, 2018. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15427560.2018.1443936?src=recsys>. Acesso em: 05 jun. 2020.

MURTHY, D. N. P.; BULMER, M.; ECCLESTON, J. A. Weibull model selection for reliability modelling. **Reliability Engineering & System Safety**, London, v. 86, n. 3, p. 257-267, 2004. Disponível em: https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:36072658. Acesso em: 31 jul. 2020.

MURTHY, D. N. P.; XIE, M.; JIANG, R. Weibull models. 2. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2004.

MUTLU, N. G.; ALTUNTAS, S. Risk analysis for occupational safety and health in the textile industry: Integration of FMEA, FTA, and BIFPET methods. **International Journal of Industrial Ergonomics**, Amsterdam, v. 72, p. 222-240, 2019. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez87.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0169814118302737?via%3Dihub>. Acesso em: 30 set. 2020.

MCCOOL, John I. Using the Weibull distribution: reliability, modeling, and inference. New Jersey: John Wiley & Sons, 2012.

MSELM, N.; HAMZA, T.; LAHIANI, A.; SHAHBAZ, M. Pricing corporate financial distress: Empirical evidence from the French stock market. **Journal of International Money and Finance**, Oxford, v. 96, p. 13-27, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261560619302402>. Acesso em: 09 jun. 2020.

NAVROSKI, M. C.; NICOLETTI, M. F.; LOVATEL, Q. C.; PEREIRA, M. O. P.; TONETT, E. L.; MAZZO, M. V.; MENEGUZZI, A.; FELIPPE, D. Efeito do volume do tubete e doses de fertilizantes no crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Agrarian**, Grande Dourados, v. 9, n. 31, p. 26-33, 2016. Disponível em: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/3160>. Acesso em: 26 maio. 2020.

NASCIMENTO, J. N. S.; FERREIRA, C. P.; SOUZA, L. H. S.; SILVA, J. R.; SANTOS, R. V. Experiment for production of paricá (*schizolombium amazonicum*), maca bean (*parkia multijuga*) and açaí (*euterpe oleracea* m.) Seedlings in the municipality of itaituba on different substrates. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 5, n. 9, p. 16817-16840, 2019. Disponível em: <http://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/3483>. Acesso em: 27 maio. 2020.

NOGAS, P. S. M.; SOUZA, A.; DA SILVA, W. V. Análise de investimentos: uma contribuição probabilística ao índice TMA/TIR da metodologia multi-índice. **Revista Iberoamericana de Ciencias Empresariales y Economía**, Montevideo, v. 2, n. 2, p. 43 – 55, 2018. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/AN%C3%81LISE-DE-INVESTIMENTOS%3A-UMA-CONTRIBUI%C3%87%C3%83O-AO-DA-Nogas->

Souza/fa32005fca6343ea468fcca44cf42c0c25fe5561#citing-papers. Acesso em: 07 maio. 2019.

NOKKALA, M.; Role of discount rates and pilot projects in its – project CBA. **Research in Transportation Economics**, Amsterdam, v. 8, p. 113-125, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0739885904080060>. Acesso em: 20 ago. 2019.

NÚÑEZ, G. A.; DEL VALLE, J. M.; NAVIA, D. Supercritical CO₂ oilseed extraction in multi-vessel plants. 3. Effect of extraction pressure and plant size on production cost. **The Journal of Supercritical Fluids**, Amsterdam, v. 22, p. 109-118, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896844616304284>. Acesso em: 13 set. 2019.

NHLEKO, A. S.; MUSINGWINI, C. Estimating cost of equity in project discount rates: comparison of the Capital Asset Pricing Model and Gordon's Wealth Growth Model. **The Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy**. Marshalltown, v. 116 n. 3, p. 215 – 220, 2016. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Estimating-cost-of-equity-in-project-discount-of-Nhleko-Musingwini/c3419852daba5bb22bcba180a988219e57c08350>. Acesso em: 27 jun. 2019.

NYOKA, B. I.; ROSHETKO, J.; JAMNADASS, R.; MURIUKI, J.; KALINGANIRE, A.; LILLESO, J. P. B.; BEEDY, T.; CORNELIUS, J. Tree seed and seedling supply systems: a review of the asia, africa and latin america models. **Small-scale Forestry**, Dordrecht v. 14, n. 2, p. 171-191, 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11842-014-9280-8>. Acesso em: 03 jun. 2020.

OLIVEIRA, A. C.; PEREIRA, B. L. C.; SALLES, T. T.; CARNEIRO, A. C. O.; LANA, A. Q. Análise de risco econômico de dois sistemas produtivos de carvão vegetal. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 24, p. 2-11, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2179-80872017000100143&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 13 nov. 2019.

OLIVEIRA, M. C.; OGATA, R. S.; ANDRADE, G. A.; SANTOS, D. S.; SOUZA, R. M.; G, T. G.; SILVA JÚNIOR, M. C.; PEREIRA, D. J. S.; RIBEIRO, J. P. **Manual de viveiro e produção de mudas**: espécies arbóreas nativas do Cerrado. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2016. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1042301>. Acesso em: 26 maio. 2020

OLIVEIRA, R. E.; ENGEL, V. L. A restauração florestal na Mata Atlântica: três décadas em revisão. **Revista Ciência, Tecnologia & Ambiente**, Araras, v. 5, n. 1, p. 40-48, 2017. Disponível em: <http://www.revistacta.ufscar.br/index.php/revistacta/article/view/77/0>. Acesso em: 23 ago. 2019.

PADOVEZE, C. L. Custeio ABC: custeio baseado em atividades. *In*: PADOVEZE, C. L. **Curso básico gerencial de custos**. 2. ed. atual. ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2006. p. 203-220.

PARRON, L. M.; FIDALGO, E. C. C.; LUZ, A. P.; CAMPANHA, M. M.; TURETTA, A. P. D.; PEDREIRA, B. C. C. G.; PRADO, R. B. Pesquisa sobre serviços ecossistêmicos no Brasil: uma revisão sistemática. **Revista Ambiente & Água**, Taubate, v. 14, n. 3, e2263, 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1980-993X2019000300304&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 20 maio. 2019.

PÄRSSINEN, M.; WAHLROOS, M.; MANNER, J.; SYRI, S. Waste heat from data centers: An investment analysis. **Sustainable Cities and Society**, Amsterdam, v. 44, p. 428-444, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670718314318>. Acesso em: 01 apr. 2019.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: Unicenp, 2007. Disponível em: https://issuu.com/jurandir_peinado/docs/livro2folhas. Acesso em: 22 jun. 2019.

PETERS, L. Impact of probability distributions on real options valuation. **Journal of Infrastructure Systems**, Reston, v. 22, n. 3, p. 1-28, 2016. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29IS.1943-555X.0000289>. Acesso em: 30 set. 2020.

PINTO, A. V. F.; ALMEIDA, C. C. S.; BARRETO, T. N. A.; SILVA, W. B. S.; PIMENTEL, D. J. O. Efeitos de substratos e recipientes na qualidade das mudas de *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.F. Ex S. Moore. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 22, n. 1, p. 100-109, 2016. Disponível em: <http://revistas.unitau.br/ojs/index.php/biociencias/article/view/2171>. Acesso em: 24 maio. 2020.

PISUCHPEN, R.; CHANSANGAR, W. Modifying production line for productivity improvement: A Case Study of Vision Lens Factory. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, Hat Yai, v. 36, n. 3, p. 345–357, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/290203076_Modifying_production_line_for_productivity_improvement_A_Case_Study_of_Vision_Lens_Factory. Acesso em: 09 set. 2019.

PRADO, E. P. V.; MANNINI, P. Técnicas para análise de risco: uma avaliação da literatura sobre gerenciamento de projetos de SI. **Revista de Gestão e Secretariado**, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 131-150, 2018. Disponível em: <https://www.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/780-3155>. Acesso em: 27 fev. 2020.

QIN, J. Regret-based capital asset pricing model. *Journal of Banking & Finance*, Amsterdam, v. 114, p. 1-8, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378426620300522>. Acesso em: 05 jun. 2020.

REVECO, R.; VELÁSQUEZ, M.; BUSTOS, L.; GOYENECHEA, M.; BACHELET, V. Determining the operating costs of a medical surveillance program for copper miners exposed to high altitude–induced chronic intermittent hypoxia in Chile using a combination of microcosting and time-driven activity-based costing. **Value in Health**, Amsterdam, v. 20, p. 115-121, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212109919300512>. Acesso em: 09 jun. 2020.

RISOR, B.; CARSTENSEN, K.; JENSEN, E. K.; LOEVSCHELL; THOMSEN, A. M. L.; DEHBAREZ, N. T. Mt4 cost analysis of integrated versus conventional operating rooms. **Value in Health**, New York, v. 22, p. 441, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1098301519324544>. Acesso em: 09 jun. 2020.

ROBUS, C.; GOTTUMUKKALA, L.; VAN RENSBURG, E.; GÖRGENS, J. Feasible process development and techno-economic evaluation of paper sludge to bioethanol conversion: South African paper mills scenario. **Renewable Energy**, Oxford, v. 92, p.333-345, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148116301185>. Acesso em: 12 jan. 2020.

ROCHA, L. C. S.; AQUILA, G.; ROTELAJUNIOR, P.; PAIVA, A. P.; PAMPLONA, E. O.; BALESTRASSI, P. P. A stochastic economic viability analysis of residential wind power generation in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Oxford, v. 90, p. 412-419, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032118301746>. Acesso em: 08 out. 2020.

ROUT, A.; SAHOO, S. S.; THOMAS, S. Risk modeling of domestic solar water heater using Monte Carlo simulation for east-coastal region of India. **Energy**, London, v. 145, p. 548-556, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360544218300185>. Acesso em: 10 jun. 2020.

RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. Plantio de árvores nativas brasileiras fundamentado na sucessão florestal. *In*: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ, Instituto BioAtlântica, 2009, p. 18-28.

ROEBELING, P.; D'ELIA, E.; COELHO, C.; ALVES, T. Efficiency in the design of coastal erosion adaptation strategies: An environmental-economic modelling approach. **Ocean & Coastal Management**, Bromley, v. 160, p. 175-184, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964569117304052>. Acesso em: 28 fev. 2020.

ROGERS, P.; SECURATO, J. R. estudo comparativo no mercado brasileiro do capital asset pricing model (capm), modelo 3-fatores de fama e french e reward beta

approach. **RAC eletrônica**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 159-179, 2009. Disponível em: http://anpad.org.br/periodicos/content/resumos.php?revista_id=3&artigo_id=819. Acesso em: 09 jun. 2020.

ROSS, S. A.; WESTERFELD, R. W.; JAFFE, J.; LAMB, R. Retorno e risco: modelo de precificação de ativos financeiros (CAPM). In: ROSS, S. A.; WESTERFELD, R. W.; JAFFE, J.; LAMB, R. **Administração financeira**. 10. ed. Porto Alegre: AMGH, 2015. cap.11, p. 362-401.

ROSENFELD, M. F.; MÜLLER, S. C. Predicting restored communities based on reference ecosystems using a trait-based approach. **Forest Ecology and Management**, Orlando, v. 391, p. 176-183, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112716312014>. Acesso em: 03 ago. 2019.

ROY, P.; DUTTA, A.; DEEN, B. Greenhouse gas emissions and production cost of ethanol produced from biosyngas fermentation process. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 192, p. 185 - 191, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852415007294>. Acesso em: 09 fev. 2020.

SANTOS, L. N. FERNANDES, H. C.; TEIXEIRA, M. M.; SILVA, M. L.; SOUZA, A. P. Economic evaluation of forest harvesting with harvester and forwarder. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 40, n. 6, p. 1077-1082, 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622016000601067&script=sci_arttext. Acesso em: 08 jun. 2020.

SANAYE, S.; AGHAEI, M.; MEYBODI, M. A.; CHAHARTAGHI, M. Modeling and economic analysis of gas engine heat pumps for residential and commercial buildings in various climate regions of Iran. **Energy and Buildings**, Amsterdam, v. 42, n. 7, p. 1129-1138, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778810000356>. Acesso em: 10 dez. 2019.

SANTOS, F. A. M.; LELES, P. S. S.; RESENDE, A. S.; NASCIMENTO, D. F.; SANTOS, G. R. Estratégias de controle de braquiárias *Urochloa* spp. na formação de povoamento para restauração florestal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 29-42, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/25559>. Acesso em: 27 maio. 2020.

SANTANA, J. A. S.; COSTA, T. L. N.; SILVA, B. R. F.; BARBOSA JUNIOR, V. C.; COSTA, M. P.; CANTO, J. L. Utilização de recipientes biodegradáveis de bambu no desenvolvimento de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.). **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 9, p. 15912-15921, 2019. Disponível em: <http://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/3363>. Acesso em: 24 maio. 2020.

SAMSUDIN, M. D. M.; DON, M. M. Assessment of bioethanol yield by *S. cerevisiae* grown on oil palm residues: Monte Carlo simulation and sensitivity analysis.

Bioresource Technology, Amsterdam, v 175, p. 417-423, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096085241401548X>. Acesso em: 14 fev. 2020.

SELF, A.; DEGHANI, M.; SINGH, V. P. Uncertainty analysis of water quality index (WQI) for groundwater quality evaluation: Application of Monte-Carlo method for weight allocation. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 117, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X20305902>. Acesso em: 14 out. 2020.

SERRANO, A.; OLIVA, R.; KRAISELBURD, S. On the cost of capital in inventory models with deterministic demand. **International Journal of Production Economics**, Amsterdam, v. 183, p. 14-20, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527316302869>. Acesso em: 08 out. 2020.

SONG, G.; LI, Z.; YANG, Y.; SEMAKULA, H. M.; ZHANG, S. Assessment of ecological vulnerability and decision-making application for prioritizing roadside ecological restoration: a method combining geographic information system, Delphi survey and Monte Carlo simulation. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 52, p. 57-65, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X14005676>. Acesso em: 12 dez. 2019.

SCORIZA, R. N.; SILVA, A. P.; CORREIA, M. E. F.; LELES, P. S. S.; RESENDE, A. S. Efeito de herbicidas sobre a biota de invertebrados do solo em área de restauração florestal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 6, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-06832015000601576&lng=en&nrm=iso&tng=pt. Acesso em: 22 set. 2019.

SCHUMACHER, M. V.; VIEIRA, M. Recipientes utilizados na produção de mudas. In: SCHUMACHER, M. V.; VIEIRA. **Silvicultura do eucalipto no Brasil**. Santa Maria: UFSM, 2016. p. 55-56.

SHARPE, W. F. Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. **The journal of finance**, Hoboken, v. 19, n. 3, p. 425-442, 1964. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x>. Acesso em: 20 jan. 2020.

SHOUMAN, E. R.; EL SHENAWY, E. T.; KHATTAB, N. M. Market financial analysis and cost performance for photovoltaic technology through international and national perspective with case study for Egypt. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Oxford, v. 57, p. 540-549, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032115014574>. Acesso em: 05 nov. 2019.

SHUPING, J.; QINXI, L.; JIANJUN, L.; GENGREN, C.; XIANG, C. Research on risk sensitivity of submerged floating tunnel based on analytic hierarchy process.

Procedia Engineering, Amsterdam, v. 166, p. 255-265, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816338723>. Acesso em: 01 nov. 2019.

SILVA, C. V.; BATISTA, A. T. N.; SALES, H. L.; PENHA, R. S. Aplicação do modelo monte Carlo na avaliação da empresa Ambev com custo de capital impreciso. **Revista Eniac Pesquisa**, Guarulhos, v. 8, n. 1, p. 153-175, 2019.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/330844016_Aplicacao_do_modelo_monte_Carlo_na_avaliacao_da_empresa_Ambev_com_custo_de_capital_impreciso.

Acesso em: 06 mar. 2020.

SILVA, J. L.; TONELLO, K. C.; VALENTE, R. A.; MINGOTI, R. Diagnóstico ambiental como subsídio à restauração florestal e manutenção hidrológica da Bacia do Ribeirão dos Pinheirinhos, Brotas-SP. **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 1, p. 1, 2016.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/305175101_Diagnosis_of_permanent_preservation_areas_as_a_subsidy_to_forest_restoration_Ribeirao_dos_Pinheirinhos_watershed_Brotas_-_SP. Acesso em: 15 nov. 2019.

SIMÕES, D.; FENNER, P. T.; ESPERANCINI, M. S. T. Produtividade e custos do feller-buncher e processador florestal em povoamento de eucalipto de primeiro corte. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 3, p. 621-630, 2014. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-50982014000300621.

Acesso em: 28 apr. 2019.

SIMÕES, D.; SILVA, M. R. Análise técnica e econômica das etapas de produção de mudas de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 359-366, 2010. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-77602010000300011.

Acesso em: 26 maio. 2019.

Society for Ecological Restoration. **The SER** international primer on ecological restoration. Tucson, 2004. Disponível em:

https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/SER_Primer/ser-primer-portuguese.pdf. Acesso em: 18 jun. 2019.

SIMÕES, D.; CERVI, R. G.; FENNER, P. T. Análise da depreciação do forwarder com aplicação do custo anual uniforme equivalente. **Tékhn e Lógos**, Botucatu, v. 4, n. 2, p. 33-49, 2013. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/272486752_Analise_da_depreciacao_do_forwarder_com_aplicacao_do_custo_anual_uniforme_equivalente. Acesso em: 21 fev. 2019.

SOLIMAN, A. M.; TAYLOR, H.; BONAFEDE, M.; NELSON, J. K.; CASTELLI-HALEY, J. Incremental direct and indirect cost burden attributed to endometriosis surgeries in the United States. **Fertility and Sterility**, Philadelphia, v. 107, n. 5, p. 1181-1190, 2017. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0015028217302959>. Acesso em: 07 out. 2019.

SOUSA, I. C.; MONTEIRO, A.; LABORDE, C.; BORGES, M. A engenharia de métodos como uma ferramenta de melhorias processuais e redução de custos: um estudo exploratório no setor. **INOVAE - Journal of Engineering and Technology Innovation**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 90–100, 2015. Disponível em: <http://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/inovae/article/view/462>. Acesso em 25 jun. 2019.

SPINELLI, R.; HARTSOUGH, B. R.; OWENDE, P. M. O.; WARD, S. M. Productivity and cost of mechanized whole-tree harvesting of fast-growing eucalypt stands. **International Journal of Forest Engineering**, New York, v. 13, n. 2, p. 49-60, 2002. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14942119.2002.10702462>. Acesso em: 08 mar. 2020.

SPINELLI, R.; LOMBARDINI, C.; MARCHI, E.; AMINTI, G. A low-investment technology for the simplified processing of energy wood from coppice forests. **European Journal of Forest Research**, Heidelberg, v. 138, p. 31-41, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10342-018-1150-z>. Acesso em: 16 jun. 2020.

STRANDGARD, M.; WALSH, D.; MITCHELL, R. Productivity and cost of whole-tree harvesting without debarking in a Eucalyptus nitens plantation in Tasmania, Australia. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, Grahamstown, v. 77, p. 173-178, 2015. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2989/20702620.2014.1001669>. Acesso em: 14 apr. 2020.

TIAN, X.; YAN, M.; DER TOL, C. V.; LI, Z.; SU, Z.; CHEN, E.; LI, X.; LI, L.; WANG, X.; PAN, X.; GAO, L.; HAN, Z. Modeling forest above-ground biomass dynamics using multi-source data and incorporated models: A case study over the qilian mountains. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 246, p.1-14, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192317302010>. Acesso em: 23 set. 2019.

TOUILI, S.; MERROUNI, A. A.; HASSOUANI, Y. E.; AMRANI, A. I.; RACHIDI, S. Analysis of the yield and production cost of large-scale electrolytic hydrogen from different solar technologies and under several Moroccan climate zones. **International Journal of Hydrogen Energy**, London, v. 45, n. 51, p. 26785-26799, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319920326938>. Acesso em: 08 out. 2020.

TONIN, R. P.; MIYAJIMA, R. H.; PASSOS, J. R. S.; FENNER, P. T. Avaliação do desganhador florestal de discos em função do tempo de estocagem da madeira em campo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 1142-1150, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-50982018000301142. Acesso em 10 apr. 2020.

TOWNSEND, L.; DODSON, E.; ANDERSON, N.; WORLEY-HOOD, G.; GOODBURN, J. Harvesting forest biomass in the US southern Rocky Mountains: cost and production rates of five ground-based forest operations. **International Journal of Forest Engineering**, New York, v. 30, n. 2, 163-172, 2019. v. 192, p. 85-191, 2015. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14942119.2018.1563851?journalCode=tife20>. Acesso em: 11 mar. 2020.

TWEEDIE M. Statistical properties of inverse gaussian distributions I. **The Annals of Mathematical Statistics**, Shaker Heights, v. 28, n. 2, p. 362-377, 1957. Disponível em: <https://projecteuclid.org/euclid.aoms/1177706964>. Acesso em: 02 out. 2020.

VICECONTI, P.; NEVES, S. **Contabilidade de custos**: Um enfoque direto e objetivo. 11. ed. rev. atual. São Paulo: Saraiva, 2013.

VIEIRA, L. M.; GOMES, E. N.; BROWN, T. A.; CONSTANTINO, V.; ZANETTE, F. Growth and quality of Brazilian pine tree seedlings as affected by container type and volume. **Ornamental Horticulture**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 276-286, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2447-536X2019000300276&script=sci_arttext. Acesso em: 26 maio. 2020.

VIEIRA, E. S.; FIGUEIREDO, N. Anomalia entre risco e rendibilidade: evidência no mercado português. **Estudos do ISCA**, Aveiro, n. 17, p. 1-22, 2018. Disponível em: <https://proa.ua.pt/index.php/estudosdoisca/article/view/115>. Acesso em: 05 jun. 2020.

WAGENAAR, B. H.; GIMBEL, S.; HOEK, R.; PFEIFFER, J.; MICHEL, C.; CUEMBELO, F.; QUEMBO, T.; AFONSO, P.; GLOYD, S.; LAMBDIN, B. H.; MICEK, M. A.; PORTHÉ, V.; SHERR, K. wait and consult times for primary healthcare services in central Mozambique: a time-motion study. **Global Health Action**, Abingdon, v. 9, n. 1, P. 1-11, 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3402/gha.v9.31980>. Acesso em: 03 jun. 2020.

WANG, N.; LI, J.; YU, X.; XHOU, D.; HU, W.; HUANG, Q.; CHEN, Z.; BLAABJERG, F. Optimal active and reactive power cooperative dispatch strategy of wind farm considering levelised production cost minimization. **Renewable Energy**, Oxford, v. 148, p. 113-123, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148119318944>. Acesso em: 08 out. 2020.

WENZELBURGER, J. Mean-variance analysis and the modified market portfolio. **Journal of Economic Dynamics and Control**, Amsterdam, v. 111, p. 1-30, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165188919302167>. Acesso em: 09 jun. 2020.

WEI, Y.; PAUL, Y. T.; MCNICHOLAS, P. Mixtures of generalized hyperbolic distributions and mixtures of skew-t distributions for model-based clustering with incomplete data. **Computational Statistics & Data Analysis**, Amsterdam, v. 130, p. 18-41, 2019. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167947318301993>. Acesso em: 02 out. 2020.

XIAO, J.; SONG, J.; LIANG, D.; ZHAI, L.; NONG, X. Decision method on optimal time of preventive maintenance for metro shield tunnels in soft soils. **International Journal of Transportation Science and Technology**, Oxford, p.1-11, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S204604302030023X>. Acesso em: 09 jun. 2020.

YAZDI, M.; KABIR, S. A fuzzy Bayesian network approach for risk analysis in process industries. **Process Safety and Environmental Protection**, Rugby, v. 111, p. 507-519, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957582017302586>. Acesso em: 26 set. 2019.

YOON, S.; NADERPAJOUH, N.; HASTAK, M. Decision model to integrate community preferences and nudges into the selection of alternatives in infrastructure development. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 228, p. 1413-1424, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619313344>. Acesso em: 08 jun. 2020.

ZABARANKIN, M.; PAVLIKOV, K.; URYASEV, S. Capital asset pricing model (capm) with drawdown measure. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v. 234, n. 2, p. 508-517, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037722171300252X>. Acesso em: 10 dez. 2019.

ZUFFO, A. M.; STEINER, F.; BUSH, A.; ZUFFO JÚNIOR, J. M.; SANTOS, D. M. S. Tamanho de recipientes na formação de mudas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert (Fabaceae). **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 258-268, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/751>. Acesso em: 26 maio. 2020.

ZHENG, D.; YU, L.; WANG, L. A techno-economic-risk decision-making methodology for large-scale building energy efficiency retrofit using Monte Carlo simulation. **Energy**, London, v. 189, p. 1-22, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036054421931864X>. Acesso em: 10 jun. 2020.

APÊNDICE A — Ajuste das distribuições de probabilidade dos tempos dos elementos de trabalho (h) das operações de implantação

Operação	Elemento de trabalho	Distribuição de probabilidade	Média	Desvio padrão
Roçada pré-plantio	Roçar	Triangular	2,7855	0,2417
	Remover capim	Triangular	0,0413	0,0051
	Abastecer roçadora	Triangular	0,0669	0,0354
Coroamento pré-plantio	Marcar	Triangular	0,0013	0,0005
	Deslocar para marcar	Triangular	0,0050	0,0025
	Coroar	Triangular	0,0084	0,0021
	Deslocar para coroar	Triangular	0,0024	0,0011
Coveamento	Covear	Triangular	0,0112	0,0034
	Deslocar	Triangular	0,0015	0,0005
Distribuir tutores	Pegar feixe	Triangular	0,0024	0,0007
	Fixar tutor	Triangular	0,0196	0,0034
	Deslocar	Triangular	0,0098	0,0048
Adubação de base	Deslocar	Triangular	0,0097	0,0037
	Adubar	Triangular	0,0528	0,0177
	Abastecer	Exponencial	0,0126	0,0026
Irrigação com polímero hidroabsorvente	Abastecer	Triangular	0,0028	0,0008
	Aplicar	Triangular	0,0082	0,0011
	Deslocar entre covas	Triangular	0,0088	0,0012
	Deslocar para abastecer	Triangular	0,0096	0,0019
Distribuir mudas	Deslocar	Triangular	0,0112	0,0034
	Distribuir mudas	Triangular	0,0351	0,0018
Plantio - <i>Ellepot</i> ®	Devolver solo na cova	Triangular	0,0492	0,0211
	Irigar	Triangular	0,0189	0,0059
	Deslocar para irrigar	Triangular	0,0057	0,0023
	Perfurar o solo	Triangular	0,0257	0,0090
	Plantar	Triangular	0,0017	0,0006
	Deslocar para plantar	Exponencial	0,0008	0,0005

Plantio - Sacos de polietileno	Devolver solo na cova	Triangular	0,0492	0,0211
	Irigar	Triangular	0,0189	0,0059
	Deslocar para irrigar	Triangular	0,0057	0,0023
	Remover fundo do saquinho	Triangular	0,0038	0,0007
	Plantar	Triangular	0,0044	0,0006
	Recolher sacos de polietileno	Triangular	0,0010	0,0003
	Deslocar para plantar	Exponencial	0,0011	0,0003
Plantio - Tubete de polietileno	Devolver solo na cova	Triangular	0,0492	0,0211
	Irigar	Triangular	0,0189	0,0059
	Deslocar para aplicar irrigar	Triangular	0,0057	0,0023
	Perfurar o solo	Triangular	0,0257	0,0090
	Transplantar	Triangular	0,0032	0,0005
	Deslocar para plantar	Triangular	0,0006	0,0002

APÊNDICE B — Ajustes das distribuições de probabilidade dos tempos dos elementos de trabalho (h) das operações de manutenção pós-plantio

Operação	Recipiente	Elemento de trabalho	Distribuição de probabilidade	Média	Desvio padrão
1º Adubação de cobertura	<i>Ellepot</i> ®	Adubar	Triangular	0,0058	0,0011
		Deslocar	Triangular	0,0018	0,0005
	Sacos de polietileno	Adubar	Triangular	0,0054	0,0009
		Deslocar	Triangular	0,0018	0,0005
	Tubete de polietileno	Adubar	Triangular	0,0064	0,0012
		Deslocar	Triangular	0,0018	0,0004
1º coroamento pós-plantio	<i>Ellepot</i> ®	Deslocar	Triangular	0,0015	0,0004
		Coroar	Triangular	0,0114	0,0024
		Remover capim	Triangular	0,0045	0,0020
	Sacos de polietileno	Deslocar	Triangular	0,0015	0,0005
		Coroar	Triangular	0,0135	0,0036
		Remover capim	Triangular	0,0033	0,0014

	Tubete de polietileno	Deslocar	Triangular	0,0016	0,0005
		Coroar	Triangular	0,0113	0,0026
		Remover capim	Triangular	0,0026	0,0011
1º roçada pós-plantio		Preparo inicial	Exponencial	0,0063	0,0029
		Roçar	Triangular	0,2883	0,0102
		Deslocar	Exponencial	0,0031	0,0010
		Remover galho	Triangular	0,0019	0,0007
		Manutenção e abastecer	Triangular	0,0556	0,0181
2º coroamento pós-plantio	<i>Ellepot®</i>	Deslocar	Triangular	0,0013	0,0003
		Coroar	Exponencial	0,0093	0,0030
		Remover capim	Triangular	0,0014	0,0006
	Sacos de polietileno	Deslocar	Triangular	0,0013	0,0003
		Coroar	Triangular	0,0089	0,0018
		Remover capim	Triangular	0,0012	0,0005
	Tubete de polietileno	Deslocar	Triangular	0,0013	0,0003
		Coroar	Triangular	0,0082	0,0016
		Remover capim	Triangular	0,0017	0,0006