

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

GABRIEL PERUSSI

**POTENCIAL PRODUTIVO DE SEMENTES FLORESTAIS NATIVAS PARA A  
RESTAURAÇÃO FLORESTAL DA BACIA DO RIO DOCE**

Sorocaba

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

GABRIEL PERUSSI

**POTENCIAL PRODUTIVO DE SEMENTES FLORESTAIS NATIVAS PARA A  
RESTAURAÇÃO FLORESTAL DA BACIA DO RIO DOCE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
para obtenção do título de Bacharel em  
Ciências Biológicas da Universidade Federal de  
São Carlos – *campus* Sorocaba.

Orientação: Profa. Dra. Fatima Conceição  
Marquez Piña-Rodrigues.

Financiamento: Convênio CEPAN - UFSCar –  
Fundação RENOVA

Sorocaba

2021

Perussi, Gabriel

Potencial produtivo de sementes florestais nativas para a restauração florestal da bacia do rio Doce / Gabriel Perussi -- 2021.  
28f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba

Orientador (a): Fatima Conceição Márquez Piña-Rodrigues

Banca Examinadora: Danilo Ribeiro da Costa, Joaquim José de Freitas Neto

Bibliografia

1. Restauração Florestal. 2. Capacidade Produtiva. 3. Rede de Sementes e Mudas.. I. Perussi, Gabriel. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano -  
CRB/8 6979

**Folha de aprovação**

Gabriel Perussi

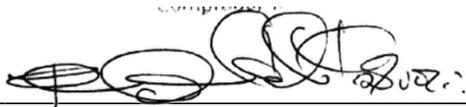
**“Potencial produtivo de sementes florestais nativas para a restauração florestal da  
bacia do rio Doce”**

Trabalho de Conclusão de Curso

Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba

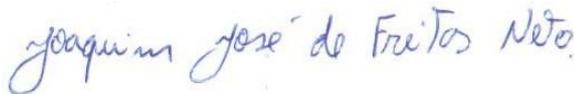
Sorocaba, 26 de fevereiro de 2021.

Orientadora



Profa. Dra. Fatima Conceição Márquez Piña-Rodrigues

Membro 1



Joaquim José de Freitas Neto



Membro 2

Danilo Ribeiro da Costa

## AGRADECIMENTOS

E após a longa jornada que foi a graduação, com muito crescimento pessoal, profissional, sufocos e alegrias, deixo aqui meus agradecimentos a todos que contribuíram de alguma forma.

À minha família, por ter sido o pilar do meu ser e da minha jornada. Sem vocês, não teria conseguido. Aos meus pais, Adriana e Gumerindo, e meu padrasto, Claudio, agradeço por toda a ajuda, de todo tipo, que forneceram ao longo destes anos mesmo quando não estavam em condições. Aos meus irmãos, Raphael, Juliana e Camilla, agradeço pelas conversas, orientações e até mesmo discussões, afinal, a vida não teria a menor graça sem vocês.

À incrível equipe do LASEM, agradeço por terem me guiado no caminho da restauração ecológica. Começando pela alma do laboratório, agradeço a minha orientadora, Fatima C.M.Piña-Rodrigues, por toda a inspiração, oportunidades, conversas e experiências que proporcionou. Que continue a inspirar muitos outros e que continue sendo essa pessoa tão amada pela sua equipe. Ao professor José Mauro Santana, por todas as explicações, orientações, dicas e brincadeiras no laboratório. Agradeço também ao restante da equipe, principalmente Ivonir Piotrowski, por toda a organização do nosso trabalho, sem o qual estaríamos perdidos, Lausanne Soraya, por todas as conversas, orientações e momentos divertidos no laboratório, e aos amigos que fiz (ufa, quanta gente): Bruna, Daniela, Natalia, Tacis, Larissa, Gabriele, Felipe e claro, nossa querida estagiária de MG, Talita. Obrigado por terem me acompanhado nas tarefas do laboratório e do estágio, pausas para o café e conversas jogadas fora.

Aos meus amigos que tanto estiveram ao meu lado por estes anos, em especial; Leticia, Paulo, Yuri, Rafael (Barbie), Leticia (Sojinha), Raul e Larissa. Obrigado pelos puxões de orelha, dicas, acolhimento e por me acompanharem em ideias malucas (ou incitar algumas). Aos colegas de classe, agradeço por todo o crescimento em conjunto ao longo de tantos anos de bacharelado 016.

Agradeço à banca, Joaquim e Danilo, por aceitarem o convite e contribuírem no crescimento profissional deste jovem biólogo.

Por fim, mas não menos importante, à instituição por ter sido minha casa, motivo de ansiedade e muita alegria ao longo dessa formação. Fica aqui também o agradecimento a todos os professores, técnicos e funcionários do campus que instruíram, acolheram e ajudaram na minha formação.

## RESUMO

PERUSSI, Gabriel. Potencial produtivo de sementes florestais nativas para a restauração da bacia do rio Doce. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba, Sorocaba, 2021.

Após o desastre ambiental de Mariana-MG, com o estouro da barragem de Fundão e Brumadinho, a região da bacia do rio Doce foi intensamente impactada social e ambientalmente. Como forma de tentar reestruturar e recuperar as condições regionais, atualmente está sendo construída uma rede de sementes e mudas da bacia do rio Doce (RBRD). O objetivo deste trabalho foi avaliar a estrutura e capacidade atual de colheita de sementes e produção de mudas de espécies nativas e gerar previsões analisando-se qual é a estrutura necessária para atingir as demandas de restauração previstas no Termo de Transação e Ajuste de Conduta (TTAC), até 2030. Para o levantamento de dados sobre capacidade produtiva atual, foram utilizados dados de compra de sementes de grupos mobilizados para compor a RBRD em seu primeiro ano de atuação (2019-2020), e aplicando-se as informações em modelos de previsão descritos por Urzedo et al. (2020). Os resultados mostram que, para atender a demanda de mais de 27 mil hectares restaurados até 2030, serão necessários cerca de 315,88 a 503,28 toneladas de sementes, variando conforme a qualidade das sementes coletadas para uso em restauração através de técnicas de semeadura direta e plantio de mudas. Também se estima serem necessários cerca de 723 a 1129 coletores mobilizados e capacitados para fornecimento destas sementes.

Palavras-chave: Restauração Florestal. Capacidade Produtiva. Rede de Sementes e Mudas.

## **ABSTRACT**

After Mariana's dam environmental disaster, with the overflow of Fundão tailings dam, the Doce river basin was heavily impacted, both socially and environmentally. As a way to restructure and recover regional conditions, a community network of seeds and seedlings in the Doce River basin (RBRD) is currently being constructed. The objective of this work was to evaluate the structure and current capacity of seed collection and production of seedlings of native species and generate forecasts analyzing what is the necessary structure to reach the restoration demands foreseen in the Term of Transaction and Conduct Adjustment (TTAC), until 2030. For the collection of data on current productive capacity, data from the purchase of seeds from mobilized groups that will participate in the RBRD was used in its first year of operation (2019-2020), and applying the information in forecast models described by Urzedo et al. (2020). The results show that, to meet the demand of more than 27 thousand hectares restored by 2030, approximately 315.88 to 503.28 tons of seeds will be needed, varying according to the quality of the seeds collected for use in restoration through direct sowing techniques and planting of seedlings. It is also estimated that around 723 to 1129 collectors are mobilized and trained to supply these seeds.

**Keywords:** Forest Restoration. Productive Capacity. Seed and Seedling Network.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Área total (ha) anual estimada para os programas de restauração (PG.) considerando a implantação da restauração pelas técnicas de semeadura direta (SD) e por plantio por mudas (PM) para a restauração de 27411,79 hectares em nove anos (2021 a 2029) na Bacia do Rio Doce.....	13
Tabela 2. Quantidade (toneladas) de sementes de alta (cenário 1) e baixa (cenário 2) qualidade estimadas para a semeadura direta de áreas de restauração na bacia do rio Doce, no intervalo entre 2019 e 2029, considerando sementes com a proporção de 30% de sementes pequenas e muito pequenas (55.000 sementes/kg) e 70% de sementes médias e grandes (3.000 sementes/kg). ....	16
Tabela 3. Parâmetros utilizados para a determinação da quantidade (número, kg e toneladas) de sementes necessárias para produção de mudas dentro de cada programa de restauração florestal na bacia do Rio Doce, ao longo de 2019 a 2020. Fatores condicionantes para cada etapa da produção de mudas. P= sementes pequenas e PP= sementes muito pequenas; M= sementes médias e G= sementes grandes. Sementes Pe PP = 55.000 sementes/kg.; Sementes M+G = 3.000 sementes/kg. PG-26= programa de restauração em áreas de preservação permanente. PG-27- Programa de restauração em áreas de nascentes. ....	18
Tabela 4. Descritivo da quantidade de sementes (ton) em cada programa de restauração na bacia do rio Doce ao longo de 2019 a 2029. PG-26= programa de restauração em áreas de preservação permanente. PG-27= Programa de restauração em áreas de nascentes. SD= semeadura direta; PM= plantio por mudas. ....	19
Tabela 5. Quantidade de sementes (toneladas) necessárias anualmente, descritos de acordo com cada programa e em cada cenário de qualidade de sementes. PG-26= programa de restauração em áreas de preservação permanente. PG-27= Programa de restauração em áreas de nascentes. SD= semeadura direta; PM= plantio por mudas.....	20
Tabela 6. Data de criação das redes comunitárias de sementes e comparativo dos dados de produção de sementes (toneladas), número de espécies colhidas, número de coletores individuais e média anual de sementes (kg) colhidas por coletor e idade (anos de criação). Dados da Rede de Sementes e Mudanças da bacia do Rio Doce (RBRD) obtidos do processo de compra de sementes executado no ano de 2019. ....	21
Tabela 7. Resultado da análise de regressão linear multivariada com uma variável independente (toneladas de sementes) e várias dependentes, sendo estas o número de espécies colhidas, o número de coletores e a idade das redes comunitárias de sementes estudadas (anos).....	22
Tabela 8. Número de coletores totais necessários para atender as demandas estabelecidas em cada programa de restauração e em cada cenário de qualidade de sementes. PG-26= programa de restauração em áreas de preservação permanente. PG-27= Programa de restauração em áreas de nascentes. SD= semeadura direta; PM= plantio por mudas.....	23
Tabela 9. quantidade de coletores necessários, com distribuição anual da quantidade necessária em cada programa de restauração e cenário de qualidade de sementes. PG-26= programa de restauração em áreas de preservação permanente. PG-27= Programa de restauração em áreas de nascentes. SD= semeadura direta; PM= plantio por mudas.....	24
Tabela 10. Quantidade de sementes (ton) em cada cenário de qualidade de sementes proposto, comparando valores com a situação atual (sem remanejamento). -X% SD = diminuição de X% da área (ha) de projetos de SD com consequente adição desse valor nas áreas de plantio de mudas (PM). ....	24
Tabela 11. Quantidade de coletores necessários para atender cada demanda proposta, comparando com a situação atual (sem remanejamento). ). -X% SD = diminuição de X% da área (ha) de projetos de SD com consequente adição desse valor nas áreas de plantio de mudas (PM). ....	25

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>12</b>
2.1	ÁREA DE ESTUDO.....	12
2.2	DETERMINAÇÃO DA DEMANDA DE SEMENTES PARA RESTAURAÇÃO NA BACIA DO RIO DOCE.....	13
2.3	PREMISSAS POR MÉTODO DE RESTAURAÇÃO.....	14
2.3.1	<i>Semeadura direta.....</i>	<i>14</i>
2.3.2	<i>Restauração por plantio de mudas.....</i>	<i>14</i>
2.4	CAPACIDADE PRODUTIVA DE SEMENTES .....	14
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>15</b>
3.1	QUANTIDADE DE SEMENTES ESTIMADAS PARA USO EM SEMEADURA DIRETA.....	15
3.2	QUANTIDADE DE SEMENTES ESTIMADAS PARA USO EM PLANTIO E PRODUÇÃO DE MUDAS .....	16
3.3	QUANTIDADE DE SEMENTES PARA A RESTAURAÇÃO DA BACIA DO RIO DOCE.....	19
3.4	CAPACIDADE PRODUTIVA .....	21
3.4.1	<i>Potencial produtivo .....</i>	<i>23</i>
3.5	REMANEJO DE ÁREAS A SEREM RESTAURADAS .....	24
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>26</b>

## **POTENCIAL PRODUTIVO DE SEMENTES FLORESTAIS NATIVAS PARA A RESTAURAÇÃO FLORESTAL DA BACIA DO RIO DOCE**

### **1 INTRODUÇÃO**

Com os acordos internacionais, firmados em encontros como o Rio 92 e Rio+20, vários países começaram a se preocupar com questões ambientais e, principalmente, com questões acerca do desenvolvimento sustentável. Em 2015, durante o encontro da Cúpula de Desenvolvimento Sustentável, em Nova Iorque, 193 países, incluindo o Brasil, acordaram uma série de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, ou ODS, para firmar a Agenda 2030 com foco na conservação e proteção ambiental (ONU, 2015). Mas foi em Paris, que foi estabelecido o acordo entre os países que estabeleceram as metas de restauração a serem alcançadas até 2050, em que se pretende restaurar 500 Mha, a começar com 2020 a 2030, a década da restauração estabelecida pelas Nações Unidas (PNUMA, 2019).

Além dos esforços para proteção, há a preocupação com os esforços de recuperar ambientes degradados. Parte dessa preocupação é expressa nas leis, como por exemplo no atual Código Florestal, Lei 12.651 de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), em que fica determinado que Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reservas Legais (RL) são prioritárias para recuperação e proteção. Soares-Filho et al. (2014) apontam que, dentro dessas áreas, existam 21 Mha de áreas a serem recompostas. Atualmente, com a participação do Brasil em desafios e acordos internacionais, tais como o Bonn Challenge, o grande objetivo é restaurar cerca de 12 Mha até 2030, no entanto, não há estrutura suficiente na cadeia produtiva de sementes e mudas para atender tal demanda (FREIRE, 2017).

Considerando os diferentes métodos de restauração previstos no Decreto nº 8.972/17 que estabelece a política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (BRASIL, 2017), estima-se que será necessário produzir nos próximos 10 anos cerca de 3,6 a 15,6 milhões de toneladas de sementes (URZEDO et al., 2020). Para isto, os atores da cadeia produtiva da restauração, ou seja, viveiros florestais, coletores de sementes e redes comunitárias, precisam ser devidamente organizados e capacitados (de URZEDO et al., 2019). Dados do IPEA (SILVA, 2015) e outros levantamentos (MOREIRA DA SILVA et al., 2016) mostram que existem no Brasil, 1.276 viveiros cadastrados como produtores de espécies florestais nativas comercialmente. Segundo o levantamento, 227 viveiros atestam ainda produzir ou comercializar sementes e mudas de espécies nativas dos biomas brasileiros, podendo produzir juntos 239 toneladas de sementes e 142 milhões de mudas. A capacidade produtiva instalada dos viveiros é, até o momento, visivelmente inferior à demanda requerida até o ano de 2030,

para cumprir com as metas ambientais (SILVA, 2015). Além disto, dados coletados de seis redes comunitárias de sementes mostram que a produtividade conjunta das redes atualmente é de cerca de 442 toneladas (URZEDO et al., 2020).

Com o rompimento em 2015 da barragem de Fundão, em Mariana-MG, toda a região da bacia do rio Doce foi intensamente impactada, tanto social quanto ambientalmente. Para a mitigação dos danos e recuperação dos impactos causados na região, foi assinado um Termo de Transação e Ajuste de Conduta (TTAC) entre as mineradoras responsabilizadas pelo ocorrido e diversos órgãos ambientais, tanto estaduais como federais, como secretarias de meio ambiente, FUNAI, ICMBio e mais (FUNDAÇÃO RENOVA, 2016). O termo apresenta inicialmente 41 programas de atividades, estabelecendo metas e atividades a serem realizadas até 2030 (BRASIL, 2016), no entanto atualmente um dos programas foi dividido em dois, totalizando 42 programas (FUNDAÇÃO RENOVA, 2016). Entre eles, destacam-se para este trabalho os Programas 26 (PG26) – Recuperação de Áreas de Preservação Permanentes (APPs), com meta de restaurar 25.582,50 hectares até 2029 e o Programa 27 (PG27) – Recuperação de Nascentes, com meta de restaurar 1.889,91 hectares até 2027.

A restauração precisa ser bem planejada pois a pouca atenção quanto a efetiva produção e/ou entrega das sementes necessárias, causa um descompasso entre a demanda para o processo e sua efetiva oferta (BROADHURST et al., 2016). Isto faz com que, para cumprir as metas ambientais dos projetos, muitas vezes ocorra a compra de insumos de última hora, sem que se tenha atenção quanto a qualidade do material comprado, o que muitas vezes pode causar o aumento significativo nos custos, além de impactar a qualidade da restauração (JALONEN et al., 2018). Para evitar tais problemas, este estudo se propõe a avaliar a capacidade produtiva atual dos atores da cadeia produtiva de sementes e mudas na região da bacia do rio Doce e qual será a capacidade necessária para atender as demandas de restauração propostas nos programas do TTAC, além de servir como uma importante análise para o funcionamento da própria rede de sementes.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Doce está localizada na Região Sudeste do Brasil entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo nos paralelos 17°45' e 21°15' de latitude sul e os meridianos 39°55' e 43°45' de longitude oeste, com mais de 86 mil km<sup>2</sup> (CUPOLILLO et al., 2008).

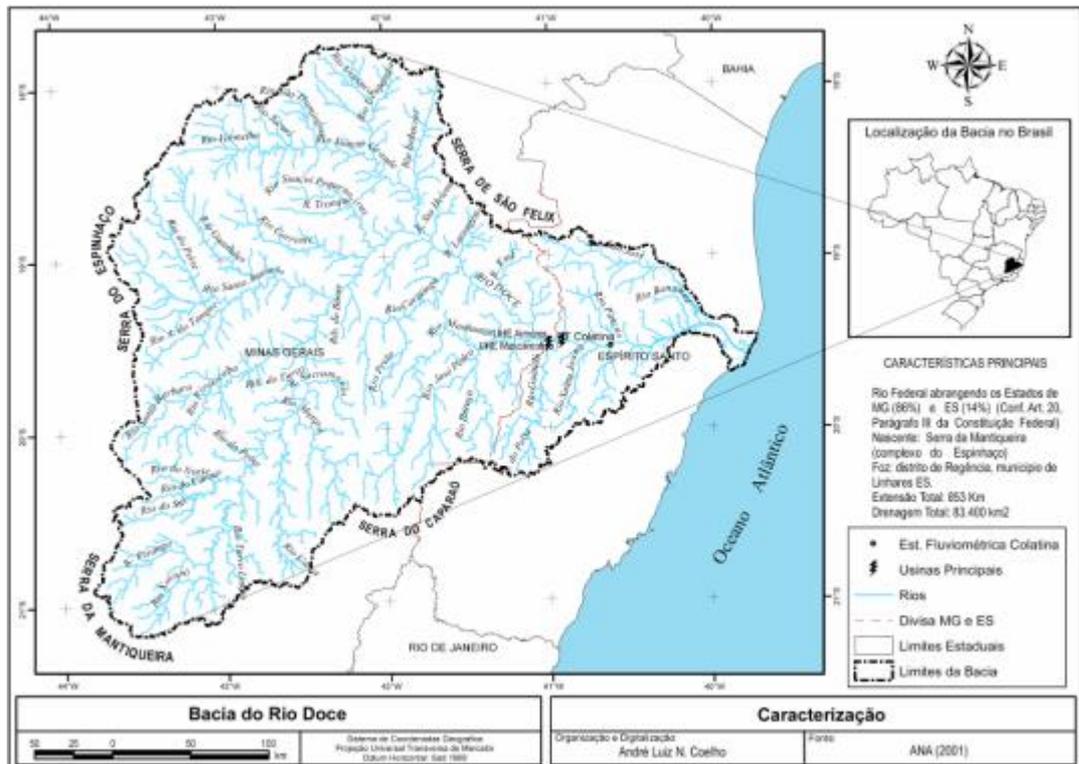


Figura 1. Mapa com localização da bacia do rio Doce. Fonte: COELHO, A.L.N., 2007

Sua enorme área engloba diversos tipos climáticos, mas com predominância dos climas aw, cwa e cwb, de acordo com as definições climáticas de Köppen (CUPOLILLO et al., 2008). É possível observar quais outros climas incidem na região na Figura 2. A vegetação predominante é a de Floresta Estacional Semidecidual.



## **2.3 Premissas por método de restauração**

### **2.3.1 Semeadura direta**

O método de semeadura adotado foi o de muvuca, que consiste na mistura de sementes nativas e de adubação verde. Para o cálculo da quantidade de sementes necessárias, foi utilizado como referencial o estudo de Urzedo et al. (2020) empregando-se os cenários de: (I) 37,81 kg de sementes/ha para sementes de baixa qualidade (<30% de germinação) e (II) de 23,14 kg de sementes/ha para misturas de sementes de qualidade variável (média < 45% de germinação), consideradas de alta qualidade. Foi estabelecida a semeadura de 250.000 sementes/ha, visando proporcionar a densidade de mudas em torno de 10.000 plantas/ha (CAMPOS FILHO et al., 2013). A proporção de sementes na mistura foi definida com base no tamanho das sementes adotando-se a proporção de 30% de sementes muito pequenas (>300.000 sementes/kg) e pequenas (75.000 a 300.000 sementes/kg) e 70% de sementes médias (10.000 a 75.000 sementes/kg) e grandes (10.000 a 1.000 sementes/kg). O cálculo da quantidade de sementes considerou valores médios de 55.000 sementes/kg para sementes pequenas e 3000 sementes/kg para sementes médias e grandes, conforme Piotrowski (2020).

### **2.3.2 Restauração por plantio de mudas**

A quantidade de sementes necessárias para produzir mudas para o plantio, foi determinada adotando-se os seguintes condicionantes: (a) proporção de 3:1 na relação entre número de sementes para produzir uma muda; (b) densidade de 1467 mudas/ha para o PG26 e 757 mudas/ha no PG27 (Tabela 1); (c) taxa de predação de sementes de 47% (URZEDO et al., 2020); (d) taxa de 20% de perdas de mudas e 20% de replantio para as APPs (PG26); (e) 15% de perdas de mudas e 10% de replantio para as nascentes (PG27).

## **2.4 Capacidade produtiva de sementes**

A estimativa de produção de sementes dos coletores da região foi realizada baseando-se nos estudos de várias redes de sementes florestais do Brasil (PIÑA-RODRIGUES et al., 2017; SCHMIDT et al. 2019; URZEDO et al. 2020) ao longo de 11 anos de produção. Além dos dados obtidos das redes, foi incluída a produção no ano de 2019 na Rede de Sementes e Mudanças da Bacia do Rio Doce, envolvendo principalmente a comunidade de coletores das aldeias indígenas Tupiniquim/Guarani em Aracruz (ES). A partir dos dados obtidos das seis redes (Redes de Sementes do Xingu, Portal, Cerrado de pé, Arboretum, Tupygua, e Vale do Ribeira),

foi aplicado um modelo de regressão linear multivariada, considerando-se a quantidade de sementes a serem produzidas como variável independente e o tempo de existência ou idade da rede, o número de coletores e a quantidade de espécies como variáveis dependentes. Os dados foram plotados em gráficos para verificar a distribuição de resíduos e efetuadas as previsões baseadas na equação de reta gerada. Todas as análises foram realizadas no programa PAST 4.03. Com isto, espera-se estimar e analisar o número de coletores e a quantidade de sementes necessárias para atender as demandas de restauração.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Quantidade de sementes estimadas para uso em semeadura direta.**

Com base nos cenários propostos e nas condicionantes estabelecidas, a restauração ao longo de 10 anos irá demandar aproximadamente 296 toneladas para sementes de boa qualidade e 482 toneladas para sementes de baixa qualidade (Tabela 2). A produção de sementes de qualidade depende de técnicas adequadas aplicadas desde a fase de colheita até o processamento e manejo das sementes (FRISCHIE et al., 2020). A capacitação e formação de pessoal é uma estratégia adotada nas redes de sementes que possibilita a obtenção de sementes de boa qualidade em curto a médio prazo (SCHMIDT et al., 2019). A capacitação possibilita contornar problemas típicos de muitos projetos de restauração que não consideram nas estimativas a qualidade do material utilizado (JALONEN et al., 2018), além de garantir maior rentabilidade aos atores da restauração (SCHMIDT et al., 2019). Na Rede de Sementes e Mudas da bacia do Rio Doce- RBRD, a melhoria da qualidade das sementes pode representar reduzir em 162% a quantidade de sementes produzidas em face ao cenário atual em que a qualidade está abaixo da média de acordo com análises realizadas pelo Laboratório de Sementes e Mudas -LASEM-UFSCar.

Tabela 2. Quantidade (toneladas) de sementes de alta (cenário 1) e baixa (cenário 2) qualidade estimadas para a semeadura direta de áreas de restauração na bacia do rio Doce, no intervalo entre 2019 e 2029, considerando sementes com a proporção de 30% de sementes pequenas e muito pequenas (55.000 sementes/kg) e 70% de sementes médias e grandes (3.000 sementes/kg).

<b>Fatores condicionantes semeadura direta - CENÁRIO 1 - (23,1 kg/ha)</b>					
<b>Programas</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>QTD SEMENTES PP e P (kg)</b>	<b>QTD SEMENTES M e G (kg)</b>	<b>Total de sementes (kg)</b>	<b>Total aproximado de sementes (ton)</b>
<b>PG-26</b>	11.700,1	81.222,1	189.518,2	270.740,3	<b>271</b>
<b>PG-27</b>	1.069,4	7.423,6	17.321,8	24.745,5	<b>25</b>
<b>TOTAL</b>	12.769,5				<b>296</b>
<b>Fatores condicionantes semeadura direta - CENÁRIO 2 - (37,81 kg/ha)</b>					
<b>PG-26</b>	11.700,1	132.714,23	309.666,54	442.380,8	<b>442</b>
<b>PG-27</b>	1.069,4	12.129,97	28.303,28	40.433,3	<b>40</b>
<b>TOTAL</b>	12.769,5				<b>482</b>

### 3.2 Quantidade de sementes estimadas para uso em plantio e produção de mudas.

Para a restauração por plantio e produção de mudas, a estimativa de sementes a serem utilizadas levou em consideração as condicionantes descritas, levando em conta desde fatores como a densidade de mudas e possíveis perdas por diversos fatores até questões relacionadas a formação de lote de sementes e perda de insumos (Tabela 3). Apesar das condicionantes estabelecidas, a quantidade de sementes necessária para a produção de mudas é inferior à necessária para a restauração por semeadura direta, requerendo um total de 2,13 kg por cada hectare a ser plantado em ambos os programas.

A proporção entre sementes de diferentes tamanhos possibilita a mistura de espécies de diferentes grupos ecológicos. De maneira geral, na Floresta Atlântica, sementes maiores estão associadas a grupos sucessionais mais tardios como as não-pioneiras e tendem apresentar irregularidade de maturação e produção de sementes, enquanto as pioneiras são associadas a sementes menores, com produção regular e abundante (PIÑA-RODRIGUES; AGUIAR, 1993). Estas características são importantes pois a utilização de altas quantidades de sementes maiores pode dificultar a obtenção destas espécies.

Outro fator relevante na produção de sementes para o cultivo de mudas é a questão do desperdício de sementes. Mesmo que as sementes produzidas apresentassem baixa qualidade, com cerca de 30% de germinação, a produção de mudas seria de 12.993 mudas, o que ainda é cerca de 5,8% maior do que a necessidade de mudas no campo. Estes dados mostram que as

técnicas utilizadas tanto nos viveiros quanto em campo geram perdas (Tabela 3) que se acumulam e exigem uma produção de sementes excedente. Há, portanto, a necessidade de aprimoramento nos métodos de produção de mudas e de restauração para reduzir o desperdício de sementes na região da bacia do rio Doce.

Tabela 3. Parâmetros utilizados para a determinação da quantidade (número, kg e toneladas) de sementes necessárias para produção de mudas dentro de cada programa de restauração florestal na bacia do Rio Doce, ao longo de 2019 a 2020. Fatores condicionantes para cada etapa da produção de mudas. P= sementes pequenas e PP= sementes muito pequenas; M= sementes médias e G= sementes grandes. Sementes Pe PP = 55.000 sementes/kg.; Sementes M+G = 3.000 sementes/kg. PG-26= programa de restauração em áreas de preservação permanente. PG-27- Programa de restauração em áreas de nascentes.

Fatores condicionantes para mudas														
Área (há) estimados	Densidade de plantio (nº de mudas/ha)	Taxa de perdas de mudas (%)	Taxa de replantio (%)	Total de mudas (nº de mudas)	Proporção 3:1 de sementes e mudas (nº de sementes)	Taxa de perda de sementes por predação - 47% (nº de sementes)	Proporção do lote de acordo com tamanho de sementes - PP e P (nº de sementes)	Proporção do lote de acordo com tamanho de sementes - M e G (nº de sementes)	Sem/kg média de acordo com tamanhos - P e PP (kg de sementes)	Sem/kg média de acordo com tamanhos - M e G (kg de sementes)	Total de sementes (kg)	Total de sementes (ton)	Total de sementes (kg/ha)	
<b>PG-26</b>	13.822,4	1.467,0	20	20	31.196.093,5	93.588.280,6	176.581.661,5	123.607.163,1	52.974.498,5	2.247,4	17.658,2	19.906	<b>19,91</b>	1,44
<b>PG-27</b>	819,9	757,0	15	10	886.674,1	2.660.022,3	5.018.910,0	3.513.237,0	1.505.673,0	63,9	501,9	566	<b>0,57</b>	0,69
<b>Total</b>	<b>14.642,3</b>												<b>20,47</b>	<b>2,13</b>

### 3.3 Quantidade de sementes para a restauração da bacia do Rio Doce

Considerando-se os condicionantes estabelecidos para a avaliação da demanda de sementes para a semeadura direta e para o plantio por mudas, em um cenário com a produção de sementes de alta qualidade serão necessárias 315,9 toneladas de sementes para restaurar 27.411,8 ha em 10 anos, ou seja, em média 11,5 kg/ha. Por outro lado, na atual situação em que as sementes produzidas apresentaram baixa qualidade<sup>1</sup> serão necessários, em média, 18,4 kg/ha de sementes (Tabela 4). Embora esta diferença entre sementes de alta e baixa qualidade possa parecer pouca, em termos efetivos, a alteração da qualidade requer melhorias no processo de colheita e produção de sementes e representa um esforço de organização, recursos, logística, conhecimento técnico científico e, principalmente, de tempo (SCHMIDT et al. 2019).

Tabela 4. Descritivo da quantidade de sementes (ton) em cada programa de restauração na bacia do rio Doce ao longo de 2019 a 2029. PG-26= programa de restauração em áreas de preservação permanente. PG-27= Programa de restauração em áreas de nascentes. SD= semeadura direta; PM= plantio por mudas.

<b>Cenário 1 - alta qualidade de sementes + produção de mudas</b>				
<b>Programas</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Método</b>	<b>Quantidade de sementes (ton)</b>	<b>Quantidade de sementes por área de plantio (kg/ha)</b>
<b>PG 26</b>	11.700,1	SD	270,7	23,41
	13.822,4	PM	19,91	1,44
<b>PG 27</b>	1.069,38	SD	24,7	23,41
	819,91	PM	0,57	0,70
<b>TOTAL</b>	27.411,79		<b>315,88</b>	
<b>Cenário 2 - baixa qualidade de sementes + produção de mudas</b>				
<b>PG 26</b>	11.700,1	SD	442,4	37,81
	13.822,4	PM	19,91	1,44
<b>PG 27</b>	1.069,38	SD	40,4	37,81
	819,91	PM	0,57	0,70
<b>TOTAL</b>	27.411,79		<b>503,28</b>	

O esforço anual a ser dispendido na produção de sementes e mudas pode ser constatado na distribuição anual da restauração programada (Tabela 1). É possível constatar que na semeadura direta, a qual demanda maior quantidade de sementes, os dois primeiros anos apresentam metas de restauração inferiores aos demais. Esta estratégia é adequada para que se

<sup>1</sup> Dados obtidos a partir da primeira colheita de sementes realizada, com sementes analisadas no Laboratório de Sementes e Mudanças -LASEM da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, no ano de 2019.

preveja a organização inicial da produção de sementes na RBRD e um escalonamento da produção ao longo do tempo.

A maior demanda de sementes está prevista para o quarto ano do projeto (Tabela 5), quando se pretende atingir o pico da produção com a demanda de 108,8 a 173,2 toneladas de sementes. Estimativas realizadas pelas redes comunitárias de sementes do Brasil (SCHMIDT et al., 2018; URZEDO et al., 2020; PIÑA-RODRIGUES et al., 2021) evidenciaram que foram necessários de cinco a 10 anos para atingir a produção de 40 toneladas anuais de sementes, com alto investimento na capacitação de coletores. Este cenário evidencia a necessidade de definir estratégias de produção de sementes que encurtem este caminho, reduzindo o tempo necessário para atender a demanda requerida.

Tabela 5. Quantidade de sementes (toneladas) necessárias anualmente, descritos de acordo com cada programa e em cada cenário de qualidade de sementes. PG-26= programa de restauração em áreas de preservação permanente. PG-27= Programa de restauração em áreas de nascentes. SD= semeadura direta; PM= plantio por mudas

ANOS		1 e 2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Progra- mas	Méto- do	2019- 2021	2021- 2022	2022- 2023	2023- 2024	2024- 2025	2025- 2026	2026- 2027	2027- 2028	2028- 2029	Total (ton)
<b>Cenário 1 - alta qualidade de sementes para semeadura direta + produção de muda</b>											
PG 26	SD	2,89	12,15	96,82	32,14	40,50	32,49	22,78	2,53	28,44	270,74
	PM	1,28	1,82	6,92	2,00	2,52	2,02	1,42	0,16	1,77	19,91
PG 27	SD	9,69	4,90	4,92	1,81	2,09	1,59				25,00
	PM	0,11	0,15	0,15	0,05	0,06	0,05				0,57
<b>TOTAL</b>		<b>13,88</b>	<b>18,96</b>	<b>108,76</b>	<b>35,99</b>	<b>45,14</b>	<b>36,13</b>	<b>24,20</b>	<b>2,69</b>	<b>30,21</b>	<b>315,87</b>
<b>Cenário 2 - baixa qualidade de sementes para semeadura direta + produção de muda</b>											
PG 26	SD	4,73	19,85	158,20	52,52	66,17	53,09	37,22	4,14	46,47	442,38
	PM	1,28	1,82	6,92	2,00	2,52	2,02	1,42	0,16	1,77	19,91
PG 27	SD	15,67	7,92	7,96	2,93	3,38	2,57				40,43
	PM	0,11	0,15	0,15	0,05	0,06	0,05				0,57
<b>TOTAL</b>		<b>21,78</b>	<b>29,73</b>	<b>173,22</b>	<b>57,50</b>	<b>72,17</b>	<b>57,72</b>	<b>38,64</b>	<b>4,29</b>	<b>48,24</b>	<b>503,29</b>

### 3.4 Capacidade produtiva

As projeções realizadas com base nas redes de sementes em ação no Brasil evidenciam os cenários de produção dos diferentes grupos. Ajustando a metodologia de Urzedo et al. (2020) às condições da Bacia Do Rio Doce e, utilizando-se os dados de compra de sementes para o ano de 2019 da RBRD, para implantação dos plantios e semeadura direta na área da bacia, obteve-se o valor de produção média de 31,27 kg por coletor (Tabela 6), com valores similares aos obtidos para as redes mais antigas.

Tabela 6. Data de criação das redes comunitárias de sementes e comparativo dos dados de produção de sementes (toneladas), número de espécies colhidas, número de coletores individuais e média anual de sementes (kg) colhidas por coletor e idade (anos de criação). Dados da Rede de Sementes e Mudanças da bacia do Rio Doce (RBRD) obtidos do processo de compra de sementes executado no ano de 2019.

Redes de sementes	Data de criação	Sementes total (ton)	Número de espécies	Número de coletores	Média anual por coletor (Kg/ano/coletor)	Número de anos de produção
<b>Xingu (RSX)</b>	2007	219,7	214	568	32,23	12
<b>Portal</b>	2010	142,7	183	250	47,57	9
<b>Cerrado de pé</b>	2012	36,6	72	66	46,21	7
<b>Grupo Tupygua</b>	2012	12,96	94	89	12,13	7
<b>Arboretum</b>	2015	4,82	232	29	13,85	4
<b>Vale do Ribeira</b>	2019	0,13	19	14	9,29	1
<b>RBRD*</b>	2019	1,59	20	51	31,27	1
<b>Média</b>					<b>39,68</b>	

\* Os dados aqui apresentados sobre a Rede de Sementes e Mudanças da Bacia do Rio Doce (RBRD) são sobre suas sementes adquiridas via compra. Não é correto tratar como uma produção da rede pois a mesma ainda se encontra em processo de oficialização e construção.

Considerando-se todas as redes, incluindo a RBRD, a média de produção das redes foi de 30,54 kg/coletor/ano. Houve alta variação na produção entre as redes, principalmente em função de sua idade (tempo de criação). Como se constata nos dados dos autores, a idade ou o tempo de existência de uma rede se reflete diretamente na quantidade de sementes produzidas e este é um fator importante a ser considerado na avaliação do potencial produtivo dos coletores da bacia.

Como indica a regressão multivariável, há uma relação significativa ( $p < 0,01$ ) para os fatores de número de coletores em relação à quantidade de sementes que se deseja produzir (Tabela 7). Isto evidencia que a produção de sementes é mais dependente do número de coletores existentes na rede do que do número de espécies que são coletadas (Figura 1), podendo esta relação ser expressa linearmente (Equação 1).

Tabela 7. Resultado da análise de regressão linear multivariada com uma variável independente (toneladas de sementes) e várias dependentes, sendo estas o número de espécies colhidas, o número de coletores e a idade das redes comunitárias de sementes estudadas (anos)

Variável	Inclinação	Erro	Intercepto	Erro	r	p
Coletores	2,2254	0,25625	19,38	25,655	0,97	0,00033
Idade	0,0407	0,010748	3,42	1,076	0,86	0,01280
Espécies	0,62631	0,36949	81,70	36,992	0,60	0,15083

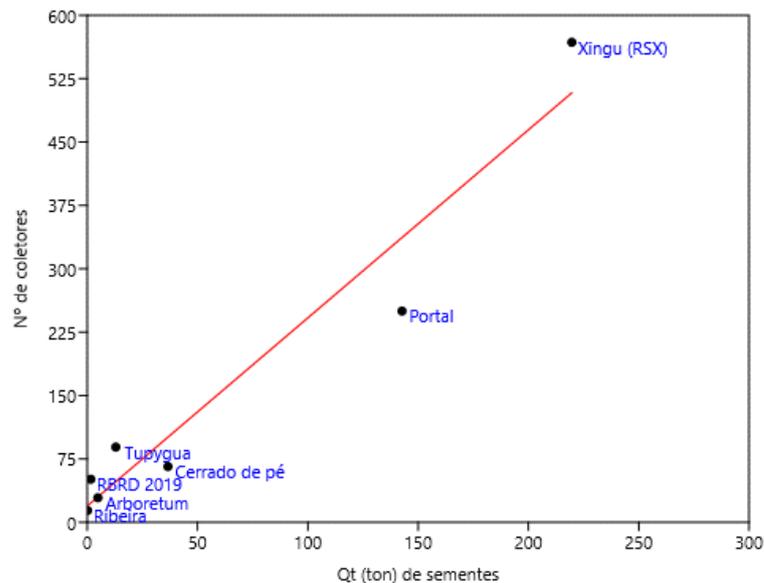


Figura 3. Representação gráfica do número de coletores necessários para a produção de sementes para a semeadura direta em áreas a serem restauradas na bacia do rio Doce nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

$$y = 2,2254 * Sem_{ton} + 19,38$$

Equação 1: Parâmetros da equação de regressão linear múltipla para a previsão da quantidade de coletores necessária em função da quantidade de sementes (ton) a ser produzida para a restauração de áreas degradadas por meio de semeadura direta na bacia do rio Doce.  $Sem$  = quantidade de sementes (toneladas).

Com base nos resultados obtidos, constatou-se que, tanto a idade da rede ( $p = 0,001280$ ) quanto o número de coletores ( $p = 0,00033$ ) foram parâmetros significativos para prever o potencial de produção de sementes das redes (Tabela 6). Ambos estiveram altamente correlacionados com a quantidade de sementes a serem produzidas ( $r_{coletores} = 0,97$  e  $r_{idade} = 0,86$ ), o que permite a utilização da Equação 1 para prever-se a quantidade de coletores necessária para atender a demanda de restauração nos cenários pré-definidos. Contudo, o número de espécies colhidas não apresentou resultado significativo, embora tenha exibido correlação média com a quantidade de sementes produzidas. Em função disto, não foi empregado este parâmetro para avaliar o potencial produtivo.

### 3.4.1 Potencial produtivo

Com a equação obtida, que relaciona a quantidade de coletores necessários para obter uma quantidade determinada de sementes, é possível estimar-se a quantidade de coletores necessários para atender a demanda de restauração da bacia do rio Doce, tanto em valores totais quanto a quantidade anual por programa (Tabela 8). No entanto, para o cálculo de número de coletores distribuídos anualmente ao longo dos programas de restauração, é necessário relacionar a demanda de sementes anuais em cada programa de restauração com a produtividade média anual dos coletores (Tabela 6).

Tabela 8. Número de coletores totais necessários para atender as demandas estabelecidas em cada programa de restauração e em cada cenário de qualidade de sementes. PG-26= programa de restauração em áreas de preservação permanente. PG-27= Programa de restauração em áreas de nascentes. SD= semeadura direta; PM= plantio por mudas

<b>Cenário 1 - sementes de alta qualidade</b>				
<b>Programa</b>	<b>Métodos</b>	<b>Total sementes (ton)</b>	<b>Nº de coletores totais</b>	<b>Nº aproximado de Coletores/ano</b>
<b>PG26</b>	<b>SD</b>	270,74	622	62
	<b>PM</b>	19,91	64	6
<b>PG27</b>	<b>SD</b>	24,75	74	10
	<b>PM</b>	0,57	21	3
<b>TOTAL</b>		315,88	723	81
<b>Cenário 2 - sementes de baixa qualidade</b>				
<b>PG26</b>	<b>SD</b>	442,38	1.004	100
	<b>PM</b>	19,91	64	6
<b>PG27</b>	<b>SD</b>	40,43	109	15
	<b>PM</b>	0,57	21	3
<b>TOTAL</b>		503,29	1.139	124

Como é possível observar, tanto nos dados apresentados sobre a quantidade de sementes necessárias (Tabela 5) quanto os de coletores necessários (Tabela 8), há um aumento desproporcional da demanda nas metas de 2022 a 2023. Esta discrepância pode apresentar um enorme problema quanto ao planejamento e execução da restauração, principalmente por ser uma demanda tão alta para apenas quatro anos de existência da rede. No entanto, os outros anos também não apresentam estimativas passíveis de serem cumpridas nas condições atuais e independente de qual cenário de qualidade de sementes se observe. Por exemplo, a maioria das demandas anuais ultrapassam a quantidade de coletores atuantes na Rede de Sementes do Xingu, a rede com maior quantidade de coletores, de acordo com os dados de Urzedo et al. (2020), sendo que a esta rede levou 12 anos para chegar neste nível de produção.

Tabela 9. quantidade de coletores necessários, com distribuição anual da quantidade necessária em cada programa de restauração e cenário de qualidade de sementes. PG-26= programa de restauração em áreas de preservação permanente. PG-27= Programa de restauração em áreas de nascentes. SD= semeadura direta; PM= plantio por mudas

Método		2019- 2021	2021- 2022	2022- 2023	2023- 2024	2024- 2025	2025- 2026	2026- 2027	2027- 2028	2028- 2029
<b>Cenário 1 - alta qualidade de sementes para semeadura direta + produção de muda</b>										
<b>PG 26</b>	<b>SD</b>	72	304	2.420	804	1.012	812	570	63	711
	<b>PM</b>	32	45	173	50	63	51	35	4	44
<b>PG 27</b>	<b>SD</b>	240	121	122	45	52	39			
	<b>PM</b>	3	4	4	1	2	1			
<b>TOTAL</b>		<b>347</b>	<b>474</b>	<b>2.719</b>	<b>900</b>	<b>1.129</b>	<b>903</b>	<b>605</b>	<b>67</b>	<b>755</b>
<b>Cenário 2 - baixa qualidade de sementes para semeadura direta + produção de muda</b>										
<b>PG 26</b>	<b>SD</b>	118	496	3.955	1.313	1.654	1.327	931	104	1.162
	<b>PM</b>	32	45	173	50	63	51	35	4	44
<b>PG 27</b>	<b>SD</b>	392	198	199	73	84	64			
	<b>PM</b>	3	4	4	1	2	1			
<b>TOTAL</b>		<b>545</b>	<b>743</b>	<b>4.331</b>	<b>1.438</b>	<b>1.803</b>	<b>1.443</b>	<b>966</b>	<b>107</b>	<b>1.206</b>

### 3.5 Remanejamento de áreas a serem restauradas

Como observado ao longo deste trabalho, a distribuição das áreas a serem restauradas ao longo dos anos foi estabelecida de tal forma que gera uma demanda de sementes e produtores muito discrepante. Pensando nisto, foi feita uma simulação de remanejamento das áreas em hectares a serem restauradas, diminuindo os hectares a serem restituídas através da semeadura direta para posterior adição às áreas previstas para plantio por mudas, fazendo com que se mantenha a meta de 27.411,79 hectares a serem restaurados em 10 anos através dos dois programas. As diminuições de áreas de semeadura direta foram realizadas subtraindo-se 25% por vez. Com essas novas premissas de áreas, foram refeitos os cálculos deste trabalho a fim de trazer novos cenários em relação a quantidade de sementes e número de coletores.

Tabela 10. Quantidade de sementes (ton) em cada cenário de qualidade de sementes proposto, comparando valores com a situação atual (sem remanejamento). -X% SD = diminuição de X% da área (ha) de projetos de SD com consequente adição desse valor nas áreas de plantio de mudas (PM).

<b>ALTA QUALIDADE DE SEMENTES</b>										
Cenário	2019- 2021	2021- 2022	2022- 2023	2023- 2024	2024- 2025	2025- 2026	2026- 2027	2027- 2028	2028- 2029	TOTAL
<b>SEM REMANEJO</b>	13,88	18,96	108,76	35,99	45,14	36,13	24,20	2,69	30,21	315,97
<b>-25% SD</b>	10,88	14,93	84,87	28,02	35,15	28,13	18,86	2,10	23,54	246,48

<b>-50% SD</b>	7,87	10,91	60,99	20,05	25,15	20,13	13,52	1,50	16,88	177,01
<b>-75% SD</b>	4,87	6,89	37,11	12,08	15,16	12,13	8,18	0,91	10,21	107,53
<b>BAIXA QUALIDADE DE SEMENTES</b>										
<b>Cenário</b>	<b>2019-2021</b>	<b>2021-2022</b>	<b>2022-2023</b>	<b>2023-2024</b>	<b>2024-2025</b>	<b>2025-2026</b>	<b>2026-2027</b>	<b>2027-2028</b>	<b>2028-2029</b>	<b>TOTAL</b>
<b>SEM REMANEJO</b>	21,79	29,73	173,22	57,50	72,12	57,72	38,64	4,29	48,24	503,29
<b>-25% SD</b>	16,81	23,01	133,23	44,16	55,39	44,32	29,69	3,30	37,07	386,98
<b>-50% SD</b>	11,83	16,30	93,23	30,81	38,64	30,93	20,74	2,31	25,89	270,67
<b>-75% SD</b>	6,85	9,58	53,23	17,46	21,90	17,53	11,79	1,31	14,72	154,37

Tabela 11. Quantidade de coletores necessários para atender cada demanda proposta, comparando com a situação atual (sem remanejo). ). -X% SD = diminuição de X% da área (ha) de projetos de SD com consequente adição desse valor nas áreas de plantio de mudas (PM).

<b>ALTA QUALIDADE DE SEMENTES</b>										
<b>Cenário</b>	<b>2019-2021</b>	<b>2021-2022</b>	<b>2022-2023</b>	<b>2023-2024</b>	<b>2024-2025</b>	<b>2025-2026</b>	<b>2026-2027</b>	<b>2027-2028</b>	<b>2028-2029</b>	<b>TOTAL</b>
<b>SEM REMANEJO</b>	347	474	2719	900	1129	903	605	67	755	316
<b>-25% SD</b>	272	373	2122	701	879	703	471	52	589	6162
<b>-50% SD</b>	197	273	1525	501	629	503	338	38	422	4425
<b>-75% SD</b>	122	172	928	302	379	303	204	23	255	2688
<b>BAIXA QUALIDADE DE SEMENTES</b>										
<b>Cenário</b>	<b>2019-2021</b>	<b>2021-2022</b>	<b>2022-2023</b>	<b>2023-2024</b>	<b>2024-2025</b>	<b>2025-2026</b>	<b>2026-2027</b>	<b>2027-2028</b>	<b>2028-2029</b>	<b>TOTAL</b>
<b>SEM REMANEJO</b>	545	743	4331	1438	1803	1443	966	107	1206	12582
<b>-25% SD</b>	420	575	3331	1104	1385	1108	742	83	927	9674
<b>-50% SD</b>	296	407	2331	770	966	773	518	58	647	6767
<b>-75% SD</b>	171	240	1331	436	548	438	295	33	368	3859

Como é possível observar, embora quando são analisados os valores de toneladas de sementes necessárias, os resultados descritos nos cenários simulados pareçam ser mais realistas, quando olhamos os valores de coletores necessários, a distribuição proporcional dos valores continua a ser muito discrepante. As metas de restauração, principalmente a dos anos 2022 a 2023, são muito altas para serem atingidas em tão pouco tempo de existência de Rede.

#### 4 CONCLUSÃO

As análises realizadas evidenciam que há vários gargalos no potencial de produção de sementes pela rede. O maior deles é a necessidade de se aumentar o número de coletores necessários para atender a demanda em volume prevista inicialmente, principalmente por causa da demanda de áreas a serem restauradas e a forma como estão distribuídas nos anos de projeto, e o outro é a demanda por capacitação de pessoal para promover a melhora na qualidade das sementes. Como a estratégia da RBRD é produzir sementes e mudas gerando benefícios sociais aliados aos ambientais, propõe-se o reescalonamento das metas anuais de plantio com um crescente linear acompanhando o crescimento do número de coletores e avaliação de melhora da qualidade das sementes, o que se espera que aconteça ao longo das capacitações profissionais dos atores da cadeia de restauração.

Também importante ressaltar novamente a necessidade de ampliar processos de acolhimento dos coletores atuantes ou potenciais da região da bacia do rio Doce e sua rápida capacitação. Dessa forma, pode-se aumentar tanto a quantidade de coletores, quanto a quantidade de sementes com alta qualidade a ser utilizada nos processos de semeadura direta ou produção e plantio de mudas para restauração.

#### 5 REFERÊNCIAS

BRASIL, **Lei no 12652 de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, Brasília, 2012.

BRASIL. Governo Federal, Governo do estado de Minas Gerais, Governo do estado Espírito Santo e as mineradoras Samarco Mineração S/A, Vale S/A e BHP Billiton Brasil Ltda. Termo de transação e ajustamento de conduta – TTAC, 2016.

BROADHURST, L. M. et al. Maximizing seed resources for restoration in an uncertain future. **BioScience**, v. 66, n. 1, p. 73-79, 2016.

CAMPOS-FILHO, E.M.; COSTA, J.N.M.N. DA; SOUSA, O.L.; DE, PAULO, S. Mechanized Direct-Seeding of Native Forests in Xingu, Central Brazil. **Journal of Sustainable Forestry**. p. 37–41, 2013.

COELHO, A.L.N. Modelagem hidrológica da bacia do Rio Doce (MG/ES) com base em imagens srtm (shuttle radar topography mission)/Hydrology modeling of basin of Doce River

(MG/ES) with support in srtm (shuttle radar topography mission) images. **Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 22, 2007.

CUPOLILLO, et al. Climatologia da bacia do rio Doce e sua relação com a topografia local. **Revista Geografias**, p. 45-60, 2008.

FREIRE, J.; URZEDO, D.; PIÑA-RODRIGUES, F. A realidade das sementes nativas no Brasil: desafios e oportunidades para a produção em larga escala. **Seed News**, v. 21, n. 5, p. 24–28, 2017.

FRISCHIE, Stephanie et al. Ensuring seed quality in ecological restoration: native seed cleaning and testing. **Restoration Ecology**, v. 28, p. S239-S248, 2020.

FUNDAÇÃO RENOVA. **Sobre o Termo**. 2016. Disponível em: <https://www.fundacaorenova.org/sobre-o-termo/>. Acesso: 13 fev. 2021.

JALONEN, R. et al. Forest and landscape restoration severely constrained by a lack of attention to the quantity and quality of tree seed: Insights from a global survey. **Conservation Letters**, v. 11, n. 4, p. e12424, 2018.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://www.undp.org/content/dam/brazil/docs/agenda2030/undp-br-Agenda2030-completo-pt-br-2016.pdf>. Acesso em; 18 fev. 2021.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M; AGUIAR, I.B. de. Maturação e dispersão de sementes. IN.: AGUIAR, I.B. de., PIÑA-RODRIGUES, F.C.M; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. 350p.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FREIRE, J. M.; URZEDO, D. I.; PIOTROWSKI, I.; SILVA, J. Challenges for scaling-up native seed production to direct seeding in the Brazilian dry areas: a technological approach, 2017.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M et al. Native forest seeds as an income generator within the forest landscape restoration chain. In: PINTO, S.RR.; SANTOS, F.C, PRESCOTT, C. **Forest Landscape Restoration: Social Opportunities in the Tropical World**. Recife, CEPAN, 2021, 278p.

PIOTROWSKI, I. Probabilidade de sucesso de espécies florestais na sementeira direta em restauração ecológica. 2020. Tese (Doutorado em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2020.

PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Resolução adotada na Assembleia Geral das Nações Unidas em 1 de março de 2019. Década de Restauração de Ecossistemas da ONU**. Disponível em: <https://undocs.org/A/RES/73/284>. Acessado em: 20 fev. 2021.

SCHMIDT, I. B. et al. Community-based native seed production for restoration in Brazil – the role of science and policy. **Plant Biology**, v. 21, n. 3, 2019.

SILVA, A.P.M. et al. Diagnóstico da produção de mudas florestais nativas no Brasil. 2015.

MOREIRA DA SILVA, AP et al. Can current native tree seedling production and infrastructure meet an increasing forest restoration demand in Brazil. **Restoration Ecology**, v. 25, n. 4, p. 509-515, 2017.

SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, 344, p. 363-364, 2014.

URZEDO, D.I. et al. How policies constrain native seed supply for restoration in Brazil. **Restoration Ecology**, v. 27, n. 4, p. 768-774, 2019.

URZEDO, D. I.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FELTRAN-BARBIERI, R.; JUNQUEIRA, R. G. P.; FISHER, R. Seed networks for upscaling forest landscape restoration: Is it possible to expand native plant sources in Brazil? **Forests**, v. 11, n. 3, 2020.