

## TESTES DE DISPERSÃO EM BANCADA DE DUAS AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS PARA FINS DE REFLORESTAMENTO

**JONATHAN AQUINO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONÓPOLIS - UFR

**LIANA MENDONÇA GOÑI**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONOPOLIS

**MARCOS TÚLIO DOURADO LIMA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONÓPOLIS - UFR

**NORMANDES MATOS DA SILVA**

### **Introdução**

A utilização de drones, também chamadas de aeronaves remotamente pilotadas (RPA) ou Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), vem ganhando espaço como ferramenta de apoio em diversos setores da sociedade. Suas características trazem benefícios aos projetos como a otimização de mão-de-obra, reduções de custos, geração e sistematização de dados e apoio na tomada de decisão (SOARES, 2018). A dispersão de sementes por meio de drones é uma atividade que carece de estudos e experimentos, sobretudo por tratar-se de uma atividade dependente de uma série de variáveis de voo (AGHAI e MANTEUFFEL-ROSS, 2020)

### **Problema de Pesquisa e Objetivo**

O crescente avanço da tecnologia e capacidade de inovação no mercado dos drones tem motivado o uso dos equipamentos em diversas áreas. O aumento da capacidade e da multifuncionalidade do drone tem possibilitado experimentos e projetos que auxiliam questões relacionadas ao meio ambiente, degradação, desmatamento, entre outros. Como objetivo geral do presente trabalho é realizar a avaliação básica do potencial uso de drones com dispersores de sementes acoplados para fins de recomposição vegetal de áreas degradadas.

### **Fundamentação Teórica**

É de fundamental importância buscar formas estratégicas para amenizar danos causados à natureza, uma delas pode ocorrer por meio da recomposição vegetal de áreas degradadas. Isso inclui a revegetação dessas áreas com o plantio de espécies importantes para restabelecer níveis adequados de biodiversidade, que desempenham serviços ecológicos essenciais, bem como reduzir o potencial erosivo dos solos e assoreamento de rios (MOHAN, et. al., 2021). A utilização de drones para semeadura aérea pode complementar a revegetação natural ou artificial conforme de acordo com o padrão do regenerante esperado

### **Metodologia**

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Geotecnologias do Núcleo de Produção e Conservação do Cerrado (Nupec), da Universidade Federal de Rondonópolis, no estado do Mato Grosso. Foram utilizados dois drones embarcados com modelos distintos de dispersores. O Software utilizado para fazer as configurações em ambos os equipamentos, foi o Mission Planner 1.3.75, que é gratuito e de código aberto. Utilizou-se nos testes a semente de feijão branco (*Phaseolus vulgaris*) com peso de 1000 sementes igual a 500 gramas.

### **Análise dos Resultados**

Na medida em que o nível interno das sementes diminuiu, a liberação das sementes ficou somente por parte da ação helicoidal, estabilizando-se a vazão do sistema a partir do minuto 4 até o final do teste. No teste 2 ocorreram dados anômalos, possivelmente por conta do padrão geométrico das sementes, ocasionando um ligeiro entupimento da saída do reservatório (entre os minutos 2 e 3), que pode ter influenciado momentaneamente, o fluxo mássico, desobstruído logo em seguida, coincidindo com maior valor observado no minuto 4.

### **Conclusão**

Finalmente, baseados no teste 1 onde pode-se observar uma resposta de vazão decrescente com o tempo relacionada com a quantidade de sementes (altura da camada interna) contidas no reservatório, e esta análise também pode ser extrapolada ao teste 2, ou seja, vazão total do sistema é inicialmente alta e cai conforme ocorre a dispersão. Para que haja uma dispersão aérea de sementes aérea o mais uniforme possível, sugere-se ajustar uma velocidade inicial maior no início e menor no final.

### **Referências Bibliográficas**

SOARES, F. Q. Utilização de drones para preservação da biodiversidade do Cerrado no Jardim Botânico de Brasília. 2018. 61f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Faculdade Gama, Universidade de Brasília, Brasília: DF. 2018. AGHAI, M.; MANTEUFFEL-ROSS, T. Enhancing Direct Seeding Efforts With Unmanned Aerial Vehicle (UAV) "Swarms" and Seed Technology. Revista Tree Planters' Notes. v. 63, n. 2, 2020. p. 32-48. Uav?supported forest regeneration: Current trends, challenges and implications. Revista Remote Sensing, v. 13, n. 13, 2021, p.1-30

### **Palavras Chave**

Drones, reflorestamento, RPA

# TESTES DE DISPERSÃO EM BANCADA DE DUAS AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS PARA FINS DE REFLORESTAMENTO

## 1. INTRODUÇÃO

A Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente (Rio 92) estabeleceu um marco significativo nos acordos mundiais sobre desenvolvimento sustentável e no evento Rio +5 os avanços desses acordos foram avaliados. À época o Brasil era responsável por 2% das emissões globais de gases estufa no planeta, sendo a recomposição vegetal considerada um procedimento eficiente no sequestro de carbono (CORDANI, MARCOVITCH e SALATI, 1997).

A recomposição vegetal acontece em diversas escalas e finalidades, e diversos setores da sociedade têm se interessado pelas ações de reflorestamento. Durante a 23ª Conferência da ONU sobre o clima, em Bonn -Alemanha, o governo brasileiro anunciou o Plano Nacional de Recuperação de Vegetação Nativa (Planaveg), com objetivo de recuperar, pelo menos, 12 milhões de hectares de vegetação nativa até 2030 (BRASIL, 2017). O Planaveg visa ampliar e fortalecer políticas públicas, incentivos financeiros, medidas de recuperação de vegetação nativa e inovação de tecnologias de recuperação (FERNANDES, 2019).

No Decreto no 97.632, artigo 3 o objetivo da recuperação ambiental é *“o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano pré-estabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio ambiente”* (BRASIL, 1989). A área degradada terá mínimas condições de adquirir novo equilíbrio dinâmico, desenvolvendo um novo solo, desde que seja suficiente restabelecer a composição das espécies encontradas originalmente no local.

A tecnologia tem sido uma aliada decisiva no avanço das técnicas à restauração ecológica. As tecnologias afetam cada uma das fases da restauração, desde o diagnóstico até o monitoramento da regeneração do ecossistema. Em cada uma dessas fases, as necessidades são diferentes e correspondem a campos tecnológicos ímpares (CORTINA et. al., 2017).

A utilização de drones, também chamadas de aeronaves remotamente pilotadas (RPA) ou Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), vem ganhando espaço como ferramenta de apoio em diversos setores da sociedade. Suas características trazem benefícios aos projetos como a otimização de mão-de-obra, reduções de custos, geração e sistematização de dados e apoio na tomada de decisão (SOARES, 2018).

O mercado de drones é promissor, dentre outros aspectos, devido à sua capacidade de transportar diferentes cargas úteis com câmeras e outros sensores, em missões que em um único voo pode abranger centenas de hectares, conferindo características imprescindíveis para a aceleração da indústria ao longo das próximas décadas (BRASIL, 2016).

A dispersão de sementes por meio de drones é uma atividade que carece de estudos e experimentos, sobretudo por tratar-se de uma atividade dependente de uma série de variáveis de voo como altura do solo, velocidade, precisão na dispersão do material na área alvo degradada, havendo agravantes quando o local alvo está em terrenos irregulares cercado de obstáculos como morros, árvores altas e edificações (AGHAI e MANTEUFFEL-ROSS, 2020).

No ano de 2012 pesquisadores da Universidade Federal do Mato Grosso, câmpus de Rondonópolis, iniciaram projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico utilizando RPA, com enfoque na geração de ferramentas e processos de apoio a Projetos de recomposição de Área alterada e Degradada, considerando o uso de imagens suborbitais para diagnóstico de degradação e o monitoramento temporal de recuperação desses ambientes (SILVA, 2017). Os projetos foram desenvolvidos no âmbito do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental e do

Laboratório de Geotecnologias juntamente ao Núcleo de Pesquisas em Produção e Conservação do Cerrado (NUPEC).

Com o avanço das pesquisas, projetos e experimentos utilizando drones para o manejo florestal estão cada vez mais sendo uma eficiente alternativa para condições de mão-de-obra escassa em tempos de pandemia (MOHAN, *et. al.*, 2021).

Este trabalho fará uma abordagem de dois equipamentos, com potencial de utilização em projetos de recomposição vegetal de áreas degradadas, uma vez que podem ser incorporados às rotinas operacionais nas diferentes etapas dos projetos, tendo em conta as características e finalidades de cada equipamento, visando a redução de custos, aumento da segurança operacional das pessoas envolvidas e precisão.

## **2. PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVO**

O crescente avanço da tecnologia e capacidade de inovação no mercado dos drones tem motivado o uso dos equipamentos em diversas áreas. O aumento da capacidade e da multifuncionalidade do drone tem possibilitado experimentos e projetos que auxiliam questões relacionadas ao meio ambiente, degradação, desmatamento, entre outros.

Um dos maiores desafios é o uso das aeronaves comerciais que possam auxiliar projetos relacionados ao meio ambiente, principalmente por se tratar de um setor que depende de questões naturais, e que exijam dos equipamentos maiores precisões em cenários em que a altura, edificações, presença de árvores.

A importância do uso de drones como apoio nos projetos e experimentos na área ambiental é relevante, pois além de trazer diminuição de custo, traz praticidade em diferentes etapas do projeto, podendo percorrer centenas de hectares em poucos minutos, e se tratar de um equipamento com diferentes funcionalidades em um mesmo equipamento. O uso dos drones para o reflorestamento é mais um avanço tecnológico que une a consciência entre o homem, a natureza e a ideias que promovam decisões mais sustentáveis, como por exemplo, o uso de drones para projetos de restauração ecológica, onde o acesso restrito e difícil, a mão-de-obra é escassa e orçamento é baixo. O mercado é auspicioso e promissor, entretanto carece de mais estudos e experimentos práticos da tecnologia nas diferentes áreas de atuação, bem como nos diferentes territórios a serem recuperados.

Como objetivo geral do presente trabalho é realizar a avaliação básica do potencial uso de drones com dispersores de sementes acoplados para fins de recomposição vegetal de áreas degradadas. Como objetivos específicos temos: aferir desempenho operacional de dois dispersores de sementes em função do tempo, bem como sua capacidade de carga útil e modo de dispersão e sugerir condições de uso para dois diferentes drones dispersores de sementes para fins de recomposição vegetal de áreas degradadas de acordo com suas características de dispersão.

## **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A degradação dos habitats naturais causados pela supressão da vegetação nativa pode trazer sérias consequências, como o incremento no cenário de intensificação de extremos climáticos, a redução da biodiversidade e a diminuição das zonas que exercem função de tampão que separam humanos e a fauna. Quando uma vez destruídas promovem a interação do ser humano com a vida selvagem e a disseminação de doenças zoonóticas (BRANCALION *et al.*, 2020).

É de fundamental importância buscar formas estratégicas para amenizar danos causados à natureza, uma delas pode ocorrer por meio da recomposição vegetal de áreas degradadas. Isso inclui a revegetação dessas áreas com o plantio de espécies importantes para restabelecer

níveis adequados de biodiversidade, que desempenham serviços ecológicos essenciais, bem como reduzir o potencial erosivo dos solos e assoreamento de rios (MOHAN, *et. al.*, 2021).

A revegetação é um processo que pode ocorrer de forma natural, após algum tipo de perturbação. Algumas áreas de maior resiliência possuem condições de restabelecimento rápido, por conta de bancos de sementes e condições edáficas que contribuem para o desenvolvimento da vegetação na área degradada (ZHAO, *et. al.*, 2021).

No entanto, mesmo em áreas de alta resiliência, há um certo grau de incerteza associado ao tempo de regeneração e qualidade em termos de densidade e uniformidade de recobrimento do solo (MOHAN, *et al.*, 2021). E em razão de perdas de água e nutrientes ocasionados pela exposição direta do solo a alta insolação e temperatura, bem como o processo de lixiviação, a regeneração das comunidades de plantas pode ocorrer lentamente (ZHENG, *et al.*, 2005).

Na natureza a regeneração da floresta se dá comumente por meio da propagação de sementes de árvores nativas que caem em locais próximos ou são propagadas para outras regiões afastadas através da ação dos ventos e das chuvas. A prática de propagação artificial correspondente é a semeadura direta, cujas sementes são dispersas de forma controlada em uma região de interesse (MOHAN, *et al.*, 2021).

Para Zhao *et al.* (2021), a recomposição vegetal diversificada em termos de espécies com diferentes características, tais como síndrome de dispersão de sementes pode aumentar significativamente o potencial de regeneração presente nos bancos de sementes dos solos de áreas florestais. No entanto, em grandes áreas que possuem apenas um tipo de espécie, é necessário haver alguma intervenção, tendo em vista promover o aumento da riqueza das espécies promovendo um arranjo do ecossistema florestal o mais próximo possível do natural.

Os avanços recentes da tecnologia ampliaram as possibilidades da utilização de drones na restauração ecológica, sobretudo em tarefas que podem ser automatizadas (CORTINA *et. al.*, 2017). Essas aeronaves podem acessar locais de difícil acesso sem colocar em risco a vida humana, além disso o custo de aquisição e operação são bem inferiores aos de uma aeronave convencional (ELLIOTT, 2016).

Desse modo, a utilização de drones para semeadura aérea pode complementar a revegetação natural ou artificial conforme de acordo com o padrão do regenerante esperado. Para Elliott (2016), essa tecnologia pode ser utilizada de três maneiras principais em um reflorestamento: avaliação da área e monitoramento, manutenção de árvores, e por último o plantio de enriquecimento de espécies vegetais.

A semeadura aérea com drones, portanto, não substitui outras técnicas de regeneração convencional, mas serve como uma ferramenta complementar para restauração ecológica de áreas devastadas que sofreram algum distúrbio, principalmente em regiões onde a cadeia de abastecimento convencional é crítico ou onde as paisagens são consideravelmente desafiadoras à restauração (AGHAI e MANTEUFFEL-ROSS, 2020).

Desta maneira, na próxima seção estará alocado informações metodológicas de como foram realizados os ensaios, características dos respectivos drones e especificações que foram submetidos aos experimentos.

#### **4. METODOLOGIA**

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Geotecnologias do Núcleo de Produção e Conservação do Cerrado (Nupec), da Universidade Federal de Rondonópolis, no estado do Mato Grosso. Foram utilizados dois drones embarcados com modelos distintos de dispersores. O Software utilizado para fazer as configurações em ambos os equipamentos, foi o Mission Planner 1.3.75, que é gratuito e de código aberto. Utilizou-se nos testes a semente de feijão branco (*Phaseolus vulgaris*) com peso de 1000 sementes igual a 500 gramas.

No primeiro caso, foi utilizado um drone do tipo multirrotores hexacóptero, da empresa XFLY, modelo X800, com *payload* de 1500 gramas e autonomia de voo de aproximadamente 30 minutos. Possui um dispenser embarcado do tipo contínuo em que as dosagens podem ser ajustadas variando as relações de velocidade do equipamento. Inicialmente o reservatório do dispenser foi totalmente preenchido com as sementes e com auxílio de uma balança de precisão 0.1 g, verificou-se uma carga útil de massa com aproximadamente um quilo (Figura 1).

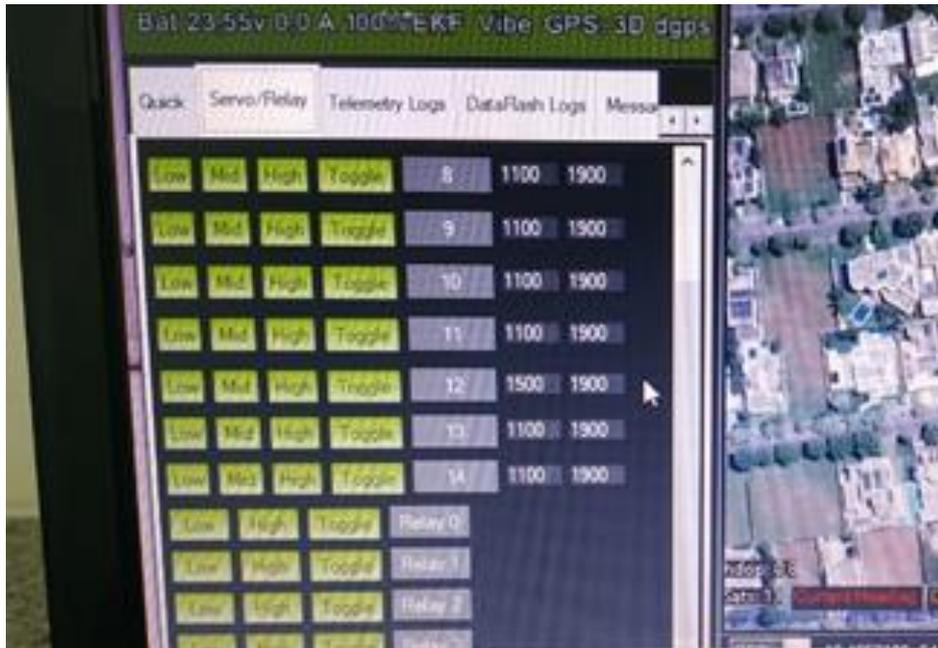
Figura 1 - RPA XFLY modelo X800.



Fonte: Arquivos dos autores.

Em seguida, o dispenser foi conectado à placa controladora da aeronave e através interface do software Mission Planner, para realizar a configuração de velocidade. Foi utilizado para ajuste de velocidade a saída PWM 12 conforme especificado pelo fabricante. Definiu-se os parâmetros 1900 e 1500 como os sinais de saída alto e baixo, respectivamente (Figura 2).

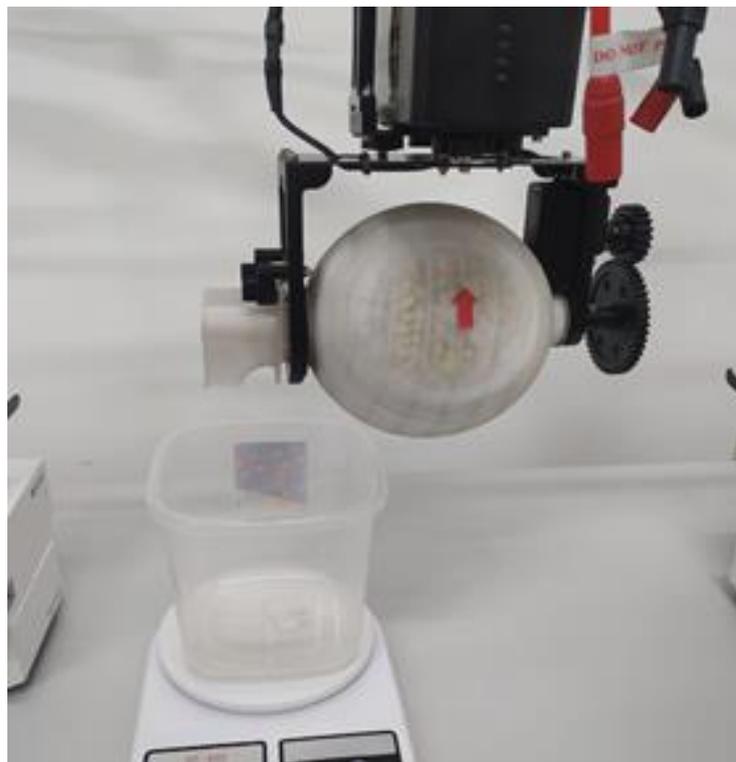
Figura 2 - Interface do Software Mission Planner.



Fonte: Arquivos dos autores.

Com auxílio de um coletor posicionado na saída do dispensor sobre uma balança, houve a coleta de dados a cada minuto, por meio de um cronômetro. Nesse processo aferiu-se as vazões instantâneas por minuto e o tempo de descargas totais do reservatório. Ao todo foram realizadas vinte repetições (Figura 3).

Figura 3 - Drone no ensaio da tomada de dados por minuto das vazões instantâneas.

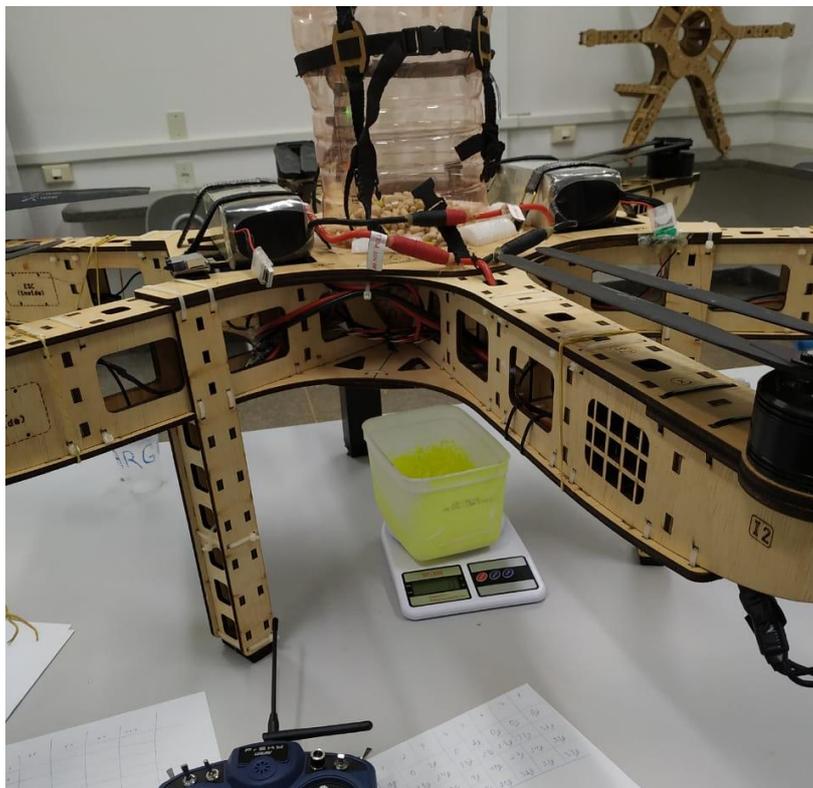


Fonte: Arquivos dos autores.

O segundo teste foi realizado com drone multirrotor hexacóptero de código aberto projetado para realizar reflorestamentos em grande escala, também chamada de Jabur. Ele é capaz de liberar até 10 quilos de sementes por hectare, dentro de dez minutos. Seu sistema de dispersão consiste em um reservatório de sementes com um obturador na saída que regula o fluxo de sementes por meio de aberturas intermitentes. A quantidade de sementes liberadas por abertura é feita por meio do ajuste no grau de abertura do obturador no tempo em que permanece aberto. Para este teste foi utilizado uma abertura total do obturador, devido às características das sementes. Na interface do software Mission planner conectou-se o obturador na porta SERVO 7 e definiu-se os limites máximos e mínimo de abertura, bem como sua duração com os seguintes parâmetros: PUSH = 1240, NOT PUSHED = 1640, DURATION = 1.

Utilizando um quilo de sementes de feijão (mesma espécie do teste anterior) foi avaliado a quantidade de sementes liberadas por abertura e o total de aberturas necessárias para descarregar um quilo. Assim como no teste anterior, foi posicionado um recipiente coletor na saída do obturador para fazer as leituras da massa liberada em cada abertura (Figura 4). Uma balança de precisão foi utilizada para esse fim. Os acionamentos do obturador foram realizados todos manualmente por meio do rádio controle, no total foram realizadas 20 repetições.

Figura 4 - Drone hexacóptero (Jabur) dispersor de código aberto construído na Universidade Federal de Rondonópolis (UFR)



Fonte: Arquivos dos autores.

Após os ensaios realizados e os parâmetros ajustados, na próxima seção estarão as discussões a que os drones foram submetidos no presente artigo.

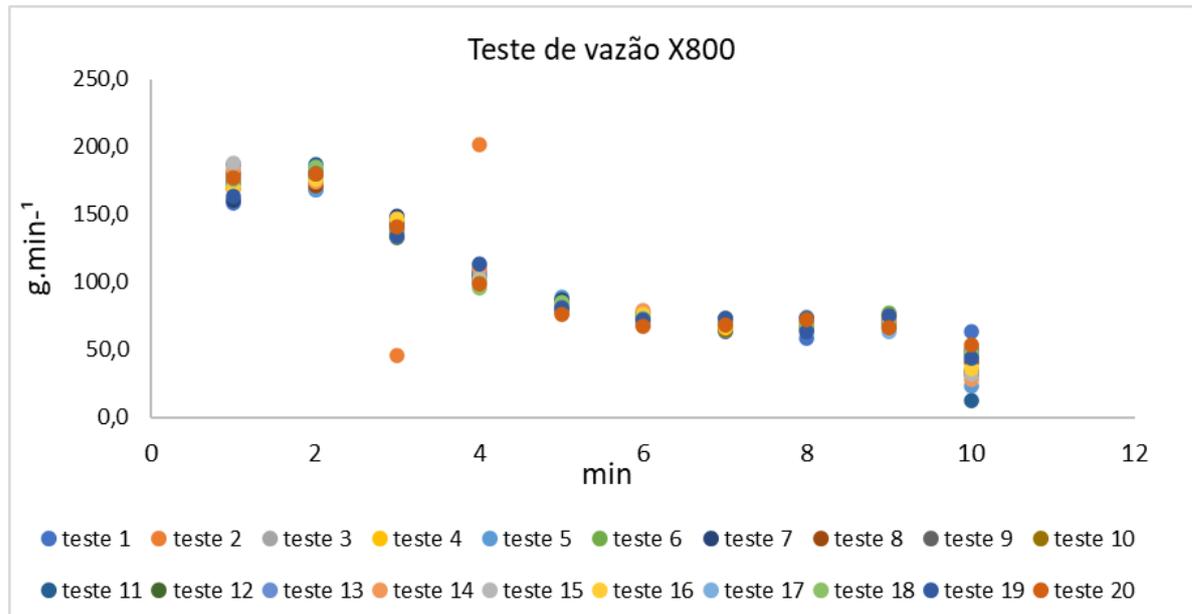
## 5. DISCUSSÕES

A abordagem proposta nesse estudo foi de explorar as aptidões dos drones para o uso em trabalhos de reflorestamento. Desse modo, vale ressaltar as diferenças entre as duas aeronaves quanto à sua autonomia de voo, carga útil de voo (Payload) e quanto ao sistema de dispersão.

Os resultados obtidos de vinte coletas de vazão do dispenser do drone X800 (figura 5), mostram os valores ao longo do tempo, e nota-se que há um padrão de vazão decrescente que ocorre em todos os testes, ou seja, inicialmente o sistema possui uma maior vazão e que passa a ser menor ao longo do tempo, até que o reservatório se esvazie e cesse o fluxo totalmente. Nesse dispenser, as sementes são liberadas para fora do sistema por meio da mecânica do movimento helicoidal interno, que ao girar empurra as sementes na direção e sentido de saída do reservatório e estas caem por meio da ação da gravidade. Inicialmente, em razão do reservatório estar cheio, pode ter ocorrido um escoamento adicional de sementes em razão da diferença de nível entre a coluna da massa e a saída do reservatório. Ou seja, nos primeiros instantes de testes houve um fluxo total superior, pois o sistema esteve sob influência concomitante da mecânica helicoidal, que empurra as sementes para fora, e do escoamento da massa no sentido de menor nível.

Na medida em que o nível interno das sementes diminuiu, a liberação das sementes ficou somente por parte da ação helicoidal, estabilizando-se a vazão do sistema a partir do minuto 4 até o final do teste. No teste 2 ocorreram dados anômalos, possivelmente por conta do padrão geométrico das sementes, ocasionando um ligeiro entupimento da saída do reservatório (entre os minutos 2 e 3), que pode ter influenciado momentaneamente, o fluxo mássico, desobstruído logo em seguida, coincidindo com maior valor observado no minuto 4. Um acréscimo de grafite na parte interna do dispensador talvez possa aumentar a fluidez das sementes e uniformizar a vazão, reduzindo os intervalos de leitura nos testes almejando uma representação mais precisa do comportamento real do sistema. Um acréscimo de lubrificante sólido junto as sementes poderiam aumentar a fluidez e uniformizar a vazão, possibilitando a leitura em menores intervalos de tempo objetivando uma representação mais precisa do comportamento real do sistema.

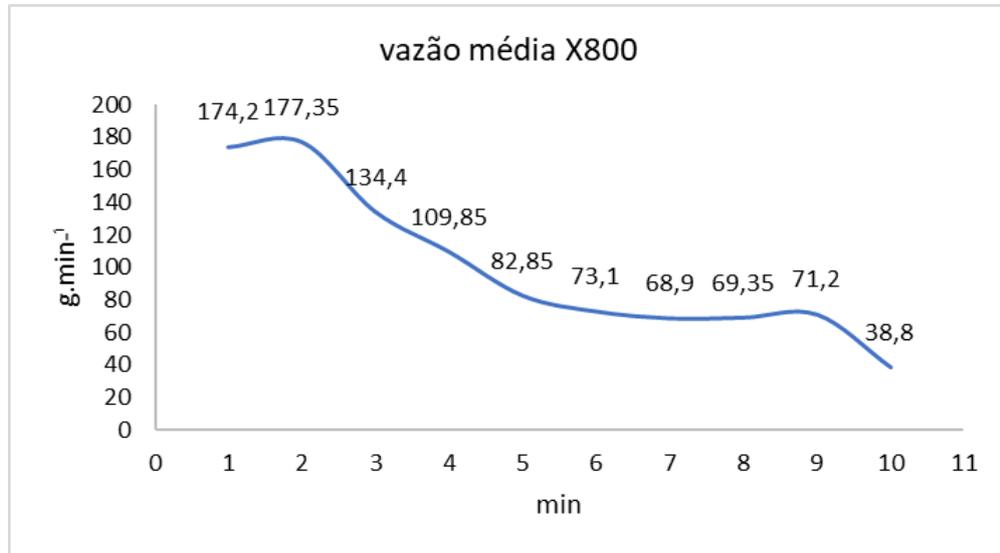
Figura 5 - Gráfico de vazão de sementes por minuto.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Afigura 6 apresenta resumidamente a média das vazões em todos os tempos. Na prática, esse padrão característico de vazão decrescente implica diretamente no planejamento operacional dessa aeronave, ou seja, na hora de se planejar os voos a campo, deve-se levar em consideração que para manter um padrão de distribuição uniforme é preciso fazer ajustes na velocidade do dispenser ou na velocidade de voo da aeronave, de modo que compense essa diferença de vazão. Embora todos os testes realizados com tempo de 10 minutos como já mencionado, o tempo real de descarga foi um pouco inferior à de tomada de dados, totalizando uma média de 9.6 minutos desde o início do teste até o seu esvaziamento total. Isso significa que a aeronave terá em média menos de 10 minutos de trabalho efetivo realizado para esse tipo de semente.

Figura 6 - Gráfico contendo a média aritmética das vazões de todos os testes a cada minuto, equipamento X800.

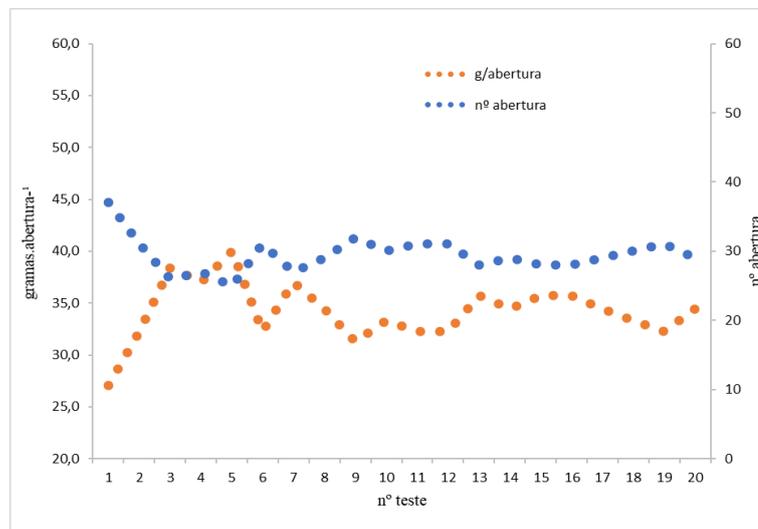


Fonte: Elaborado pelos autores.

A seguir, serão apresentados os valores obtidos do teste com o drone Jabur (figura 7), que diferentemente do equipamento anterior, neste as sementes são liberadas com base em aberturas e as sementes caem pela ação da gravidade.

É possível observar um padrão linear para maioria dos resultados obtidos. O número de aberturas é inversamente proporcional à quantidade de sementes liberadas, isso se evidencia principalmente nos seis primeiros resultados apresentados. Assim como no teste do equipamento X800, inicialmente ocorrem alguns problemas operacionais, em função principalmente da morfologia das sementes fazendo com que haja ligeiras obstruções na saída do reservatório, impedindo o fluxo descendente de sementes que estão apenas sob a ação da aceleração da gravidade. Ao passo que numa situação real de voo, as vibrações da aeronave podem influenciar na desagregação entre estruturas, reduzindo os efeitos de travamento, portanto, obtendo-se uma maior uniformidade de dispersão em cada abertura.

Figura 7 - Gráfico do teste realizado com Drone dispersor Jabur.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Outro efeito observado ao longo dos testes com o drone Jabur, foi o de travamentos nas garras do obturador, isto é, em alguns momentos as sementes ficaram emperradas de tal modo que impediram de fechá-lo totalmente, além de ter forçado o servo motor do equipamento, causou alguns danos mecânicos a estas sementes. Ao final das vinte repetições, foi obtido um número médio de 29,45 aberturas para cada quilo de grão liberado. Este valor é de extrema importância para o planejamento de dispersão aérea com essa aeronave, uma vez que os parâmetros de voo são configurados com base na quantidade de aberturas e sementes que são liberadas pelo dispersor.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises realizadas, concluiu-se que ambos os equipamentos apresentaram características positivas para o uso em semeadura aérea.

No primeiro caso, embora o drone X800, a adaptação com sementes em seu reservatório mostrou-se promissor na utilização nas aplicações de recomposição vegetal de áreas degradadas, sobretudo para enriquecimento vegetal, ou seja, áreas já com uma cobertura vegetal em desenvolvimento, mas que carece de dispersão pontual de sementes de espécies que se desenvolvem em condição de maior umidade e sombreamento. Ademais, por ser uma aeronave relativamente rápida e versátil, de uso mais simplificado que o drone Jabur, pode ser utilizada em áreas urbanas que demanda a revegetação de poucos metros quadrados ou hectares em locais de difícil acesso, seja por meio de missão planejada ou intervenções manuais.

Já o segundo drone testado, o Jabur, apresentou um desempenho satisfatório para o fim em que foi projetado. Sua grande capacidade de carga permite a realização de reflorestamentos em área total em grande escala. Levando em consideração o desempenho foram medidos em testes controlados em laboratórios, é preciso avaliar o comportamento em testes a campo a fim de se obter resultados robustos e confiáveis.

Finalmente, baseados no teste 1 onde pode-se observar uma resposta de vazão decrescente com o tempo relacionada com a quantidade de sementes (altura da camada interna) contidas no reservatório, e esta análise também pode ser extrapolada ao teste 2, ou seja, vazão total do sistema é inicialmente alta e cai conforme ocorre a dispersão. Neste sentido, para que haja uma dispersão aérea de sementes aérea o mais uniforme possível, sugere-se ajustar uma velocidade inicial maior no início e menor no final, a fim de compensar essa diferença, ou de forma alternativa, manter a velocidade da aeronave durante todo percurso, porém ajustando as configurações do sistema de dispersão por meio do software de controle de voo.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGHAI, M.; MANTEUFFEL-ROSS, T. Enhancing Direct Seeding Efforts With Unmanned Aerial Vehicle (UAV) “Swarms” and Seed Technology. **Revista Tree Planters' Notes**. v. 63, n. 2, 2020. p. 32-48.

BRANCALION, P. H. S. BROADBENT, E. N.; DE-MIGUEL, S.; CARDIL, A.; ROSAF, M. R.; ALMEIDA, C. T.; ALMEIDA, D. R. A.; CHAKRAVARTY, S.; ZHOUG, M.; GAMARRA, J. G. P.; LIANG, J.; CROUZEILLES, R.; HÉRAULT, B.; ARAGÃO, L. E. O. C.; SILVA, C. A.; ALMEYDA-ZEMBRANO, A. Emerging threats linking tropical

deforestation and the COVID-19 pandemic. **Revista Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 18, n. 4, 2020. p. 243-246.

BRASIL. Decreto no 97.632, DE 10 DE ABRIL DE 1989. Constituição. Diário Oficial da União: Brasília. DF. 10 abr. 1989. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/d97632.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d97632.htm). Acesso em: 13 maio 2021.

BRASIL. **Estudo Sobre a Indústria Brasileira e Europeia de Veículos Aéreos Não Tripulados**. Brasília, Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, 2016. p. 92.

BRASIL. **Planaveg**: Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa. Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Educação. Brasília: DF. 2017. p. 73.

CORDANI, U. G.; MARCOVITCH, J.; SALATI, E. Avaliação das ações brasileiras após a Rio-92. **Revista Estudos avançados**. v.11, n. 29, 1997, p. 399-408. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/BL4vBHZwcKwqfXLTCxfPk9j/?lang=pt>. Acesso em: 05 set. 2021.

CORTINA, J., AGUIRRE-MUÑOZ, A., AGUILAR-GARAVITO, M., AMARAL, V., BANNISTER, J., CIANO, N., CODIGNOTTO, J., KADERIAN, S., MARANTA, A., RODRIGUES, R.; RUBIO, J. A. Prioridades tecnológicas nos países SIACRE. *In*. ZULETA, G., ROVERE, A. E MOLLARD, F. (Orgs.). **SIACRE 2015: contribuições e conclusões: tomada de decisões para reverter degradação ambiental**, Buenos Aires: Vázquez Mazzini Editores, 2017, p. 87-92.

ELLIOTT, S. The potential for automating assisted natural regeneration of tropical forest ecosystems. **Revista Biotropica**, v. 48, n. 6, 2016. p. 825-833.

FERNANDES, C. C. **Governança ambiental para a recuperação florestal: um estudo para o bioma Amazônia**. 2019. 152f. Tese (Doutorado em Ciências). Programa de Pós-Graduação em Administração do Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2019.

MOHAN, M.; RICHARDSON, G.; GOPAN, G.; AGHAI, M. M.; BAJAJ, S.; GALGAMUWA, G. A. P.; VASTARANTA, M.; ARACHCHIGE, P. S. P.; AMORÓS L.; CORTE, A. P. D.; DE-MIGUEL, S.; LEITE, R. V.; KGANGYAGO, M.; BROADBENT, N.; DOAEMO, W.; SHORAB, M. A. B.; CARDIL, A. Uav-supported forest regeneration: Current trends, challenges and implications. **Revista Remote Sensing**, v. 13, n. 13, 2021, p. 1-30.

SOARES, F. Q. **Utilização de drones para preservação da biodiversidade do Cerrado no Jardim Botânico de Brasília**. 2018. 61f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Faculdade Gama, Universidade de Brasília, Brasília: DF. 2018.

SILVA, N. M. O uso de veículos aéreos não-tripulados (VANT) em projetos de restauração ecológica. *In*. BARBOSA, L. M. (Org.). **B238r Restauração ecológica: tecnologia e**

avanços. VII Simpósio de Restauração Ecológica. São Paulo: Instituto de Botânica, 2017. p. 84-87.

ZHAO, Y.; LI, M.; DENG, J.; WANG, B. Afforestation affects soil seed banks by altering soil properties and understory plants on the eastern Loess Plateau, China. **Revista Ecological Indicators**, v. 126, 2021, p. 107-670

ZHENG, F.; HE, X.; GAO, X.; ZHANG, C.; TANG, K. Effects of erosion patterns on nutrient loss following deforestation on the Loess Plateau of China. **Revista Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 108, n. 1, 2005, p. 85-97.