

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS

TIAGO TONELLO

**REPROJETO DE UM DISTRIBUIDOR GRAVITACIONAL PARA APLICAÇÃO DE
CALCÁRIO EM VIDEIRAS**

CAXIAS DO SUL

2023

TIAGO TONELLO

**REPROJETO DE UM DISTRIBUIDOR GRAVITACIONAL PARA APLICAÇÃO DE
CALCÁRIO EM VIDEIRAS**

Trabalho de Conclusão de Curso II como
requisito para obtenção do título de
Engenheiro Mecânico da Universidade de
Caxias do Sul. Área do conhecimento: Projeto
de máquinas

Orientador: Prof. Dr. Marcos Alexandre
Luciano

CAXIAS DO SUL

2023

RESUMO

Cerca de 70% do solo com potencial agrícola do Brasil é caracterizado como solo ácido, e para a correção, normalmente, utiliza-se calcário na forma de pó. Diante desse cenário foi reprojetoado um implemento de distribuição que utiliza o princípio de queda livre de fluxo contínuo de distribuição, para que o mesmo possa ser utilizado na cultura da videira. Fabricou-se um protótipo utilizando um implemento já existente, readequando o mesmo para a aplicação em culturas permanentes. Os sistemas de movimentação foram projetados e dimensionados considerando uma carga de 400 kg no interior de seu reservatório. Os ensaios foram realizados em uma área com vinhedo da cultivar Bordô. Analisando a largura total da aplicação, quantidade depositada por metro quadrado e uma aplicação em área total, este estudo demonstrou a capacidade do protótipo em realizar aplicações de calcário em pó em uma faixa de 1400 mm com uma distribuição máxima de 700 g/m², com variações inferiores à 5,79%. Além disso mostrou-se eficaz na aplicação de produtos em pó devido ao fato de haver uma menor perda de partículas do produto carregadas pelo vento.

Palavras-chave: Calagem; Distribuição; Largura efetiva; Correção de solo, Redimensionamento.

ABSTRACT

About 70% of the soil with agricultural potential in Brazil is characterized as acidic soil, and for the correction limestone is usually used in the form of powder. Faced with this scenario, a distribution implement was redesigned that uses the principle of free fall so that it can be used in the culture of the vine. A prototype was manufactured using an existing implement, renewing it for application in permanent crops. Some adaptations were necessary for the implement to obtain the best performance. The handling systems were designed and dimensioned considering a load of 400kg inside its reservoir. The assays were carried out in an area with vineyard of the cultivar Bordô. Analyzing the total width of the application, amount deposited per square meter and an application in total area. This study demonstrated the ability of the prototype to perform applications of powdered limestone in a range of 1400mm with a maximum flow of 700g/m². with variations of less than 5.79%. In addition, it has been shown to be effective in the application of powdered products due to the fact that there is a lower loss of wind-borne particles of the product.

Keywords: Liming; Distribution; Effective width; Soil correction, Remembrance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Apresentação dos amostradores de solo mais utilizados.	17
Figura 2 - Tipos de distribuição de calcário: em faixa (1), em linha (2) e a lanço (3). ..	20
Figura 3 - Distribuidor a lanço.	22
Figura 4 - Distribuidor DC 1500.	23
Figura 5 - Fluxograma de atividades.	26
Figura 6 - Alavanca de acionamento.....	27
Figura 7 - Furos de saída do calcário.	27
Figura 8 - Movimentador interno.....	28
Figura 9 - Dimensões do vinhedo.....	29
Figura 10 - Vista frontal do equipamento.	31
Figura 11 - Vista lateral do equipamento.....	32
Figura 12 - Diagrama de corpo livre.....	33
Figura 13 - Extrusão do desenho técnico do sistema de conexão do implemento no trator.	35
Figura 14 - Vista frontal do sistema de conexão do implemento no trator.	36
Figura 15 - Vista lateral do equipamento.....	38
Figura 16 - Vista do mancal F207 com dimensões.....	39
Figura 17 – Catálogo de correntes de transmissão.	39
Figura 18 - Vista em corte e vista frontal com dimensões do implemento antigo.	40
Figura 19 - Fixação da ponta de eixo.....	41
Figura 20 - Vista lateral do deslocamento das rodas.	41
Figura 21 - Relação L/b.....	43
Figura 22 - Coroa de transmissão.	44
Figura 23 - Vista geral do equipamento fixado ao trator.	45
Figura 24 - Demonstração da quantidade de calcário depositada sobre a lona.	46
Figura 25 - Resultados obtidos com abertura de 100% do equipamento.....	47
Figura 26 - Resultados obtidos com abertura de 50% do equipamento.....	48
Figura 27 - Teste de aplicação do calcário na área.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Especificações do implemento.....	24
Tabela 2 - Especificações da área teste.....	25
Tabela 3 - Características do Trator.....	30
Tabela 4 - Dados para cálculos de definição da espessura mínima.....	33
Tabela 5 - Dados da tensão de cisalhamento.....	34
Tabela 6 - Dados para cálculo da tensão admissível.....	36
Tabela 7 – Dados para dimensionamento da chaveta.....	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ABRACAL	Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola
PIB	Produto Interno Bruto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 JUSTIFICATIVA.....	11
1.2 OBJETIVOS	12
1.2.1 Objetivo geral.....	12
1.2.2 Objetivos específicos.....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 AGRICULTURA NO RS.....	13
2.2 PRODUÇÃO E ADUBAÇÃO DE UVA NA SERRA GAÚCHA.....	15
2.3 ANÁLISE DE SOLO	16
2.3.1 Época e procedimento de amostragem.....	17
2.4 CALAGEM.....	18
2.5 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS.....	19
3 MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1 MÁQUINAS COMERCIAIS	22
3.1.1 Implemento a ser redimensionado	24
3.2 PLANEJAMENTO DO PROJETO	25
4 DESENVOLVIMENTO DO REPROJETO	26
4.1 ANÁLISE DE FUNCIONAMENTO.....	26
4.2 PARÂMETROS DA CULTURA	28
4.2.1 Suporte das rodas	30
4.2.2 Engate para fixação no trator	35
4.2.3 Lateral do equipamento	37
4.3 FABRICAÇÃO E MONTAGEM.....	39
4.3.1 Desmontagem e corte do implemento original.	40
4.3.2 Fabricação da lateral e suporte de rodas do equipamento.	40
4.3.3 Sistema de movimentação.	41
4.3.4 Sistema de abertura	44
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	46
5.1 QUANTIDADE DE CALCÁRIO POR METRO QUADRADO.....	46
5.2 APLICAÇÃO NA ÁREA TESTE.....	49
5.3 ELEMENTOS DE VARIAÇÃO DO PRODUTO.....	50
6 CONCLUSÃO	51

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS.....	57

1 INTRODUÇÃO

Desde os anos 80, o crescimento da agricultura no Brasil tem apresentado ganhos de produtividade (GASQUES; VILLA VERDE, 1990). A utilização de máquinas e equipamentos tecnológicos na agricultura tem sido fundamental para auxiliar o crescimento do agronegócio brasileiro, com o intuito de aumentar ainda mais a produtividade atrelada com a qualidade dos produtos e com custos de produção reduzidos.

O crescimento populacional em todo o planeta faz com que seja necessária a criação de novas áreas de plantio (OLIVEIRA, 2017). Para dar início à produção de alimentos nessas novas áreas, correções de solo são cruciais para um bom cultivo. De acordo com Mohr (1960) e Mielniczuk & Anghinoni (1976), a maioria dos solos ocorrentes no Sul do Brasil tem caráter ácido. Ao considerar tais estudos, observou-se que videiras apresentavam melhores resultados produtivos em solos com pH 6,0 (EMBRAPA, 2010).

Para adequação de solos ácidos, a calagem torna-se uma técnica de fundamental importância, tendo em vista que a recomendação de calcário para solos ácidos visa proporcionar um ambiente adequado de crescimento do sistema radicular, diminuindo a atividade de elementos potencialmente tóxicos para as plantas cultivadas, como o Alumínio (Al) e o Manganês (Mn), favorecendo a disponibilidade de elementos essenciais à nutrição de plantas, como o Cálcio (Ca) e o Magnésio (Mg) (CERETTA, *et al.* 2016).

Ao considerar que o calcário tem baixa solubilidade no solo (CAIRES; JORIS, 2016) e que a taxa de aplicação se encontra na faixa entre 0,1 e 0,9 kg/m² (SAMPAIO; ALMEIDA, 2005), a distribuição homogênea é de grande importância para que se tenha bons resultados de correção.

Contudo, no Brasil, a aplicação de calcário é predominantemente feita em superfície total. Os equipamentos disponíveis para aplicação de produtos em pó são equipados com mecanismos distribuidores de queda livre (filete contínuo), mecanismo de inércia (pêndulo) e em maior quantidade, os centrífugos (discos rotativos) (HACHUY, 2008). Considerando isso, as diferentes posições das aletas sobre discos de distribuições têm influência direta no perfil de distribuição transversal dos produtos, visto que, quando as mesmas são atrasadas, tendem a diminuir a largura de trabalho do distribuidor e, quando avançadas afetam a qualidade de distribuição, (BERNACKI; KANAFOJSKI, 1972). Além disso, perdas por deriva podem ocorrer em função do vento.

Tendo em vista que as práticas da calagem são responsáveis por cerca de 50% dos ganhos de produtividade das culturas, a utilização de um equipamento eficiente, que gere menos

perdas, torna-se uma boa opção, visto que o mesmo auxiliará na distribuição do corretivo sobre o solo, gerando bons resultados para o produtor, agronomicamente e financeiramente (STARA, 2010).

Diante do exposto acima, este trabalho possui o objetivo de apresentar o reprojeto de um equipamento para a distribuição de calcário em videiras, além de demonstrar sua utilização e eficácia na atividade, através de testes de aplicabilidade e funcionamento.

1.1 JUSTIFICATIVA

A amostragem de solo é a primeira etapa em um programa de calagem e adubação, sendo um importante critério para refletir as condições de fertilidade da área amostrada (TECCHIO, et al., 2010).

Para a cultura da videira, recomenda-se a aplicação de calcário para elevar a saturação por bases a 80%, utilizando-se, preferencialmente, o calcário dolomítico. Seja na implantação ou na correção de solo de vinhedos, a distribuição de calcário pode ocorrer de duas formas: manual ou mecanizada, com o uso de implementos agrícolas.

Considerando que o calcário é uma rocha sedimentar, o uso de distribuidores com movimento centrífugo, traz melhores benefícios, além de possuírem múltiplas funções nas propriedades (aplicações de adubos e demais fertilizantes). Para Ortiz-Cañavate (2003), os distribuidores centrífugos possuem uma fácil regulagem e alta capacidade operacional, sendo que a maioria utiliza discos como lançadores, por meio da energia gerada pela tomada de força do trator, para lançar as partículas na distância desejada. Os valores desses equipamentos variam de acordo com a capacidade de carga que eles comportam, normalmente entre 5 a 10 mil reais.

Segundo Márquez (2001), a uniformidade de distribuição de produtos sólidos é influenciada por diversos fatores, entre eles, a forma construtiva do espalhador e a sobreposição entre as passadas. A distância horizontal pela qual as partículas são lançadas é afetada pelo tamanho de partícula, densidade, forma, padronização e velocidade de rotação dos discos. O vento também afeta a distância e, conseqüentemente, o padrão de distribuição.

Tendo em vista a minimização de perdas por deriva e uma distribuição de calcário de forma uniforme. Para que haja melhores resultados aos produtores de uva, visto que, o pH ideal do solo para a cultura é de 6,0 a 6,5 (EMBRAPA, 2005) e que as correções devem ser realizadas periodicamente, pois a cultura absorve muitos nutrientes durante o seu ciclo. O desenvolvimento de um equipamento específico, cuja características principais sejam as

mesmas apresentadas acima, faz-se de suma importância, visto que os produtores poderão aplicar os componentes necessários de forma mais ágil e eficiente.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Redimensionar um equipamento de aplicação de calcário agrícola para a distribuição do corretivo em videiras.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Pesquisar métodos atuais de aplicação de calcário agrícola.
2. Avaliar o método de maior eficiência na distribuição de calcário agrícola.
3. Estabelecer parâmetros para projetar um distribuidor que se adeque na aplicação de calcário em videiras.
4. Dimensionar o equipamento conforme a necessidade da aplicação.
5. Construir protótipo do implemento.
6. Validar o produto/protótipo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 AGRICULTURA NO RS

A agricultura do Rio Grande do Sul tem grande influência na oferta nacional de alimentos, e é historicamente reconhecida por isso. Durante muitos anos, o Estado foi considerado como “Celeiro do Brasil”, devido a sua expressiva contribuição para a produção agropecuária nacional, destinada ao mercado interno e à exportação (FEIX; LEUCIN JÚNIOR, 2019).

As atividades industriais e de serviços especializados que estão diretamente vinculados à agropecuária são também chamados de agronegócio. Esse conceito é derivado da expressão “agribusiness” e se refere ao conjunto das operações de produção e da distribuição de suprimentos agrícolas. Também se refere às operações de produção na fazenda, do armazenamento, processamento, industrialização e da distribuição dos produtos oriundos da agricultura (DAVIS; GOLDBERG, 1957).

Os dados do Censo Agropecuário 2017 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019), mostram que o Rio Grande do Sul possui 365.052 estabelecimentos agropecuários que ocupam uma área de 21,7 milhões de hectares. Aproximadamente 42% da área dos estabelecimentos agropecuários do Estado é ocupada por pastagens e 36% por lavouras permanentes e temporárias. Segundo a Fundação de Economia e Estatística (2017), no ano de 2016 o agronegócio foi o responsável por 66% das receitas de exportação e 13% dos empregos com carteira assinada no Rio Grande do Sul. Neste mesmo ano, as exportações chegaram a aproximadamente US\$ 11,0 bilhões. Ainda no ano de 2016, o agronegócio gaúcho criou 1689 postos de trabalho. Os setores com maior número de trabalhadores formalmente empregados, são o da carne, comércio atacadista, produção de lavouras temporárias e fabricação de máquinas e equipamentos agropecuários.

Considerando os estabelecimentos agropecuários do Estado mapeados pelo Censo Agropecuário 2017, as áreas com menos de 20 hectares correspondiam a mais de 60% da área total. Em conjunto, esses estabelecimentos ocupavam apenas 8,6% da área agropecuária (IBGE, 2019). As propriedades com mais de 1.000 hectares representam atualmente, 1,0% do total de estabelecimentos agropecuários e ocupam um terço da área. No Brasil, essa participação é ainda maior (47,5% do total, segundo o Censo Agropecuário, 2017).

A agropecuária possui uma grande importância na geração de renda no território gaúcho. As estatísticas do PIB Municipal, em 2016 mostram que a agropecuária era a principal

atividade econômica em 252 municípios gaúchos. Essa característica é mais comum em municípios do interior do Estado com menos de 5000 habitantes. (IBGE, 2018a).

Lazzari (2012), analisou que o desempenho da agropecuária se torna decisivo na explicação da evolução da economia do Estado, impactando diretamente, numa parcela significativa do PIB. O setor agrícola está presente em todas as regiões do território gaúcho, sendo possível identificar algumas concentrações regionais de cultivo. Os destaques são a soja, o milho e o trigo no Planalto Médio, nas Missões e no Alto Uruguai; o arroz na Campanha e no Sul; o fumo no Vale do Rio Pardo; a maçã nos Campos de Cima da Serra; e a uva na Serra (FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA, 2016). Em termos de produção agrícola, o Estado do Rio Grande do Sul possui uma pauta diversificada de produção. Em comparação com o restante do país, a participação na quantidade produzida em 2017, destacam-se o arroz (70,6%), a uva (58,5%), o fumo (47,8%) a maçã (47,3%) e o trigo (25,3%), (FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA, 2017). A mesma entidade ainda descreve um aumento das lavouras do Estado no ano de 2015.

O principal vetor para esse crescimento é a produtividade. Os agricultores gaúchos adotaram diversas inovações tecnológicas da indústria, não somente de máquinas, mas também de insumos; adequaram-se ao uso do solo e se atualizaram em novas técnicas de cultivo (manejo de solo, plantio direto, agricultura de precisão etc.), além de modificarem seus modelos de organização da produção (FEIX; LEUCIN JÚNIOR, 2019).

Segundo o Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul, as lavouras permanentes no estado gaúcho, são cultivadas em cerca de 164,6 mil hectares, e os principais cultivares são a uva e a maçã. O desenvolvimento da produção da uva recebeu a influência direta da colonização europeia, com grande incidência de imigrantes italianos, e está concentrada, principalmente, na região nordeste do Estado, com destaque para a região da Serra Gaúcha. Com o passar dos anos, outras regiões do Rio Grande do Sul, como a Fronteira Oeste, a Campanha e o Médio Alto Uruguai, também passaram a se destacar na produção de uva destinada a vitivinicultura (FEIX; LEUCIN JÚNIOR, 2019). A implantação do cultivo da maçã ocorreu mais tardiamente, a partir do ano de 1970

. Atualmente, os três maiores polos produtores da fruta no país encontram-se nos municípios de São Joaquim e Fraiburgo (Santa Catarina) e Vacaria, nos Campos de Cima da Serra (Rio Grande do Sul) (RIO GRANDE DO SUL, 2019d).

2.2 PRODUÇÃO E ADUBAÇÃO DE UVA NA SERRA GAÚCHA

A fertilização dos vinhedos exerce influência na produtividade e na qualidade da uva, e é um dos custos de produção da cultura (GIOVANNINI, 1999), levando-se em conta que para a produção de uvas de qualidade é necessária uma nutrição equilibrada das videiras. Esse equilíbrio é atingido quando as plantas estão com as quantidades de nutrientes adequadas para atender às necessidades de vegetar e produzir frutos (ALBUQUERQUE, 1998).

A nutrição é o processo pelo qual a videira regula o seu desenvolvimento por meio da absorção, transporte e distribuição dos nutrientes absorvidos, que formam um conjunto de processos físicos, químicos e biológicos, resultantes das interações entre as plantas e o meio onde se encontram, ou seja, o tipo de solo, a umidade disponível, a quantidade de matéria orgânica e, por fim, a própria fertilidade do solo (ALBUQUERQUE, 1998). A mesma autora ainda revela que uma planta está bem nutrida quando esta realiza a máxima utilização dos nutrientes do solo, com maior eficiência, havendo um perfeito equilíbrio entre crescimento vegetativo e reprodutivo.

A videira obtém do ar, o carbono e o oxigênio necessários para os processos de fotossíntese e respiração da planta. O hidrogênio e uma parte de oxigênio são recebidos da água, e os demais elementos são encontrados no solo sob diversas formas. Os nutrientes minerais como o nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) são utilizados em grandes quantidades pelas plantas sendo chamados de macronutrientes. Já os que são exigidos em menores quantidades como o boro (B), cloro (Cl), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn), são chamados de micronutrientes (EMBRAPA, 2010).

A quantidade de nutrientes acumulados pela videira e que são extraídos do solo é bastante variável, sendo afetada por diversos fatores como o tipo de videira e seu porta-enxerto, tipo de solo e condições de clima em que está estabelecida a planta, manejo do vinhedo e do solo, técnicas de cultivo e produtividade (ALBUQUERQUE, 1998). A videira de cultivar Niágara foi avaliada por Dechen (1979), que constatou que os nutrientes exportados em maior quantidade pelos cachos foram, em ordem decrescente, potássio, nitrogênio e fósforo.

Segundo a Embrapa (2010), com uma correta adubação, é possível ter pelo menos cinco vantagens: aumento da produção, aumento do lucro da cultura, melhoria da qualidade do produto, minimização de problemas ambientais e melhoria da fertilidade do solo a longo prazo.

A adubação pode ser classificada em dois tipos distintos: adubação orgânica e adubação mineral. Albuquerque (1998) descreve que as fontes de matéria orgânica mais utilizadas são provenientes de esterco de aves, bovinos, caprinos e em menor escala “húmus”

de minhoca composto. A autora ainda cita que existem diversos benefícios provenientes do uso de adubos orgânicos, como o aumento da atividade microbiana, que resulta em liberação de nutrientes após processos oxidativos, maior retenção de água e um melhor controle da temperatura do solo.

A adubação mineral por sua vez, visa complementar os teores de nutrientes que existem no solo do vinhedo. Para este tipo de adubação, é necessário que a mesma seja realizada de maneira correta, pois, tanto a falta quanto o excesso de nutrientes, podem comprometer a produção. Para essa adubação utiliza-se análise de solo e de planta para monitorar o estafio geral de nutrição (EMBRAPA, 2010). Para Albuquerque (1998) a adubação varia em função do solo e da produtividade esperada no vinhedo, que geralmente é de 10 a 30 t/ha/safra. A utilização de insumos e de práticas modernas de produção, refletem diretamente no aumento da produtividade de um vinhedo.

2.3 ANÁLISE DE SOLO

A análise de solo é o principal meio para a diagnose da necessidade de corretivos e de fertilizantes para a maioria das culturas, principalmente as de ciclo anual (SCIVITTARO, et. al, 2016).

De acordo com Silva et. al (2016), as recomendações de calagem adotadas no RS e em SC, são embasadas na análise de solo e/ou tecido vegetal. O principal objetivo da análise de solo é a utilização racional de corretivos da acidez e de fertilizantes em quantidade, fonte, forma e época de aplicação, visando assim, a manutenção da acidez e dos teores de nutrientes do solo em níveis adequados para as culturas, otimizando o retorno econômico (GATIBONI et. al, 2016).

O diagnóstico da fertilidade do solo é feito a partir dos resultados da análise química de solo, que inclui a determinação dos atributos de solo necessários para subsidiar a recomendação de calagem e adubação com N, P e K.

Para a realização da análise de solo, faz-se necessário seguir procedimentos. A amostragem de solo é a etapa inicial do sistema (SILVA et. al, 2016). Os demais métodos são apresentados a seguir.

2.3.1 Época e procedimento de amostragem

A amostragem de solo pode ser realizada em qualquer época do ano. No entanto, ao considerar o tempo necessário para a elaboração dos resultados da amostragem química, deve-se amostrar o solo aproximadamente dois a três meses antes do plantio ou da sementeira, conforme a cultura a ser implantada na área (ESCOSTEGUY, et. al, 2016).

Ao considerar as culturas perenes, como a videira, recomenda-se, que a amostragem de solo seja realizada antes do plantio das mudas ou após a colheita (GATIBONI et. al, 2016).

Atualmente, para realização da coleta das amostras de solo, são utilizados amostradores, como trado de rosca, trado calador, trado holandês e pá-de-corte (Figura 1). A adequação do amostrador depende exclusivamente das condições locais, como o tipo, o grau de compactação e o teor de umidade do solo (ESCOSTEGUY, et. al, 2016).

Figura 1 - Apresentação dos amostradores de solo mais utilizados.



Fonte: Adaptado de Revista Campo e Negócio (2017).

Com o intuito de reduzir o grau de variabilidade espacial nas áreas a serem realizadas as amostras de solo, as coletas são realizadas de acordo com uma subdivisão da área total, em glebas homogêneas. Tal subdivisão, antecede a etapa de coleta do solo e consiste em dividir a área conforme o tipo de solo, a topografia, a vegetação e o histórico de utilização. Para a realização da coleta das subamostras deve-se percorrer a área a ser amostrada de forma aleatória e em “zig-zag”, conforme descrito por Acosta, no livro Manual de Adubação e Calagem (2016).

Para o plantio das espécies frutíferas, como a videira, que é caracterizada de grande porte, cujo sistema radicular pode utilizar camadas mais profundas do solo para o suprimento de nutrientes, a coleta das amostras deve ocorrer de 0 a 20 cm, podendo chegar a profundidades de até 40 cm.

2.4 CALAGEM

Os solos brasileiros, em geral, normalmente apresentam uma acidez elevada e altos teores de alumínio trocável (CIOTTA et al., 2004). Segundo Almeida (2018) estes solos agrícolas naturalmente tendem a se tornarem ácidos ao longo do tempo por diversos fatores, tanto naturais (material de origem e vegetação nativa), quanto de manejo (sistema de cultivo, mineralização da matéria orgânica e adubação nitrogenada).

Segundo Ronquim, (2010), os solos com alta acidez possuem muitos íons H^+ e poucos íons Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , onde o baixo pH fornece indicativos da situação química geral deste solo. O mesmo autor ainda cita que nesta condição, os solos apresentam teores de alumínio tóxico elevado, excesso de manganês, alta retenção de fósforo e indisponibilidade de alguns micronutrientes. A correção desta acidez do solo consiste em aplicar sobre ele, um corretivo que seja capaz de gerar ânions hidroxilas, que reagirão com o alumínio tóxico por meio de solubilização e dissociação, neutralizando o seu efeito tóxico nas raízes das plantas (ALMEIDA, 2018). Esta correção se faz necessária para elevação do pH do solo através da aplicação de um produto corretivo de acidez, melhorando a disponibilização de vários nutrientes necessários para as culturas permitindo um aproveitamento dos fertilizantes fornecidos às plantas, aumentando assim a produtividade da cultura. A dose de corretivo a ser aplicada, as características do corretivo e a perfeita distribuição possuem ligação direta com o funcionamento do calcário (PRIMAVESI e PRIMAVESI, 2004).

Segundo Almeida (2018), a Legislação Brasileira exige que, os fertilizantes, em sua composição, contenham cálcio e magnésio, que podendo ser classificados com base de carbonatos, silicatos, óxidos ou hidróxidos, para que o produto seja considerado um corretivo de acidez. O corretivo de acidez mais utilizado no Brasil é o calcário, que é constituído de carbonato de cálcio e carbonato de magnésio, o qual é obtido através da moagem de rochas calcárias, de natureza sedimentar ou metamórfica, com origem orgânica. Os calcários possuem 3 classificações diferentes, sendo o seu teor de óxido de magnésio o fator de diferenciação, são classificados como sendo: calcário calcítico com teores de óxido de cálcio entre 45-55% e óxido de magnésio entre 1-5%; calcário magnesiano com teores de óxido de cálcio entre 40-42% e óxido de magnésio entre 5-12%; e o calcário dolomítico com teores de óxido de cálcio entre 25-35%, e óxido de magnésio entre 13-21% (PRIMAVESI e PRIMAVESI, 2004).

Ainda existem outros tipos de corretivos de acidez de solos, os quais são menos empregados na agricultura, mas também tem ação corretiva. Segundo Alcarde (2005), a cal virgem agrícola, que é obtida através da queima total do calcário, é considerada uma base forte.

A cal hidratada agrícola possui características similares a cal virgem, porém a sua hidratação é feita através de um processo industrial. O calcário calcinado é uma base intermediária entre o calcário e a cal virgem. Já calcário *filler* é um calcário com granulometria extremamente fina, com ação neutralizante mais rápida devido a sua absorção no solo.

O consumo de calcário agrícola por estado brasileiro segundo os dados da ABRACAL (2016), de um modo geral, tem sido crescente a cada ano, e praticamente dobrou a utilização dentre os anos de 1992 até 2015, chegando no ano de 2014 a um total de 35 milhões de toneladas de calcário agrícola.

2.5 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS

Segundo pesquisa realizada pelo IBGE (2014), a indústria de máquinas e equipamentos agrícolas gaúcha contribui com aproximadamente 12% do valor da transformação indústria do estado. Os produtos oriundos de fabricação de bens de capital para a agropecuária gaúcha contribuem com mais da metade desse valor, tendo destaque os tratores agrícolas, as plantadeiras e as colheitadeiras. O segmento de equipamentos para secagem, armazenagem e estocagem de grãos também possuem uma participação expressiva na produção nacional.

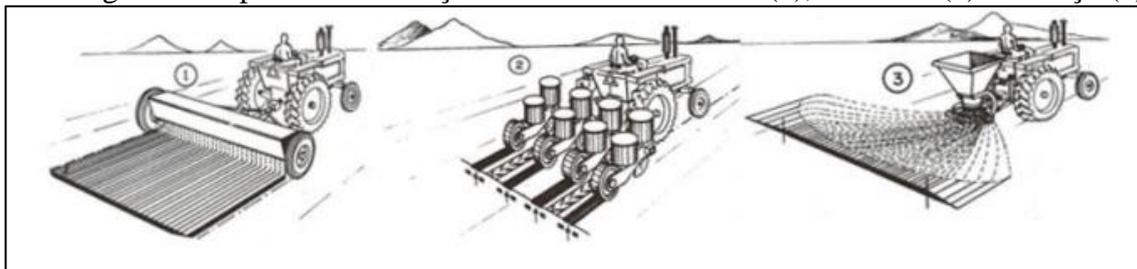
As empresas que optaram em se instalar no sul do país, contribuíram e se beneficiaram com o surgimento de um importante apoio e suporte, que é formado por prestadores de serviços especializados e de instituições de ensino e pesquisa. Entre os anos de 2006 e 2013, o número de empregos formais nas atividades de fabricação de máquinas e implementos agrícolas do estado passou de 14.630 para 30.426 (BRASIL, 2018).

A aplicação de fertilizantes, sementes e corretivos de solo à lanço são práticas comuns na agricultura brasileira, sendo executadas por diversos tipos de máquinas com diferentes princípios de funcionamento e formas construtivas (MOLIN e RUIZ, 1999a). Essas aplicações de fertilizantes e corretivos sólidos são realizadas por diversos equipamentos disponíveis no mercado, como os distribuidores à lanço de fundo móvel e discos centrífugos, os gravitacionais ou pendular ou ainda o distribuidor de corretivos em queda livre (MOLIN, 2011). As máquinas para distribuição à lanço, que podem ser montadas ou de arrasto, são capazes de distribuir em campo o insumo existente em um reservatório com diferentes capacidades, conforme modelo, pelo transporte de uma esteira em sua base ou até os discos giratórios com aletas distribuidoras (SILVEIRA, 2001).

A uniformidade de distribuição de produtos sólidos é influenciada por vários fatores, entre eles, a forma construtiva do distribuidor e a sobreposição entre as passadas. A distância horizontal pela qual as partículas são lançadas é afetada pela granulometria, densidade, forma, padronização e velocidade angular dos pratos (ALMEIDA, 2018). Segundo Cool et al. (2014), durante a distribuição à lanço, as forças que atuam simultaneamente sobre as partículas, são a força centrífuga, a força de atrito exercida pelo disco, a força exercida pela palheta e a força gravitacional. Uma mistura seca tende a separar suas partículas, sendo projetadas mais longe as maiores e de mesma densidade, sendo que o vento afeta também a distância e, conseqüentemente, o padrão de distribuição (MÁRQUEZ, 2001).

Os distribuidores de corretivos agrícolas também podem ser classificados quanto a sua forma de deposição do produto no solo. Mialhe (1980) traz que as máquinas adubadoras podem ser classificadas em três grupos: em faixa, em linha e à lanço. No caso da distribuição em faixa, o corretivo é depositado no solo sem que ocorra seu lançamento, e a largura efetiva da distribuição é a largura do implemento (Figura 2, (1)). Da mesma forma, a distribuição em linha também aplica o corretivo na mesma largura que o maquinário, porém aplicando o corretivo em algumas linhas no interior de sulcos (Figura 2, (2)). Já na distribuição a lanço, como o próprio nome diz, ocorre o lançamento das partículas pelo mecanismo de distribuição. Com isso, pode-se atingir uma largura de aplicação superior a largura da máquina (Figura 2, (3)).

Figura 2 - Tipos de distribuição de calcário: em faixa (1), em linha (2) e a lanço (3).



Fonte: Adaptado de MIALHE, 1987.

Como descrito por Gadanha Jr et al (1991), uma máquina de distribuição de corretivos agrícolas é composta por três componentes principais: reservatório, mecanismo dosador e mecanismo distribuidor. O reservatório, é onde o produto a ser aplicado fica acondicionado. Sua capacidade tem grande importância no projeto, pois determinará juntamente com a taxa de aplicação a autonomia do distribuidor. O mecanismo dosador, tem função de alimentar o mecanismo distribuidor, retirando o produto do reservatório em

quantidades pré-estabelecidas pelo operador. Essa quantidade retirada, juntamente com a velocidade e a largura da aplicação definem a taxa de aplicação do distribuidor. Por último, o mecanismo distribuidor é responsável por determinar a largura e a forma da aplicação do corretivo no solo.

Nas máquinas de distribuição que utilizam força centrífuga, um ou dois discos rotativos com aletas em sua parte superior são os que lançam o produto radialmente. O corretivo sai do reservatório por meio gravitacional, passando pelo mecanismo dosador, e quando atinge os discos é lançado para longe do implemento (MIALHE, 1996). Nos distribuidores pendulares, o produto percorre o mesmo caminho, porém, a distribuição é feita por meio de um tubo que realiza um movimento oscilatório no sentido horizontal, que faz com que o material se mova internamente pelo seu comprimento através da ação da inércia, até o seu lançamento (MIALHE 1996, apud DUARTE, 2019). Nos distribuidores de queda livre, depois de dosado, o corretivo é depositado na superfície do solo apenas pela ação da gravidade (GADANHA Jr et al., 1991).

Os distribuidores de fertilizantes à lanço, estão sendo utilizados como máquina alternativa na aplicação de corretivos e fertilizantes agrícolas. Na maioria dos casos, não se tem informações confiáveis quanto à qualidade de aplicação e nem da largura de trabalho de grande parte das máquinas disponíveis no mercado brasileiro (MOLIN et al, 2003). Ganascini et al. (2016a), avaliando um equipamento com discos centrífugos, em diferentes taxas de distribuição de calcário dolomítico à lanço e diferentes percursos, concluíram que o coeficiente de variação foi modificado com a variação da taxa de vazão aplicada e não seguiu uma tendência linear, alterando o perfil transversal de aplicação a cada taxa avaliada e a cada tipo de percurso trabalhado.

Segundo Duarte (2019), a utilização de modelos de distribuidores gravitacionais vem crescendo, e tem como uma vantagem dos demais distribuidores a homogeneidade na aplicação, pois não utilizam nenhum tipo de lançamento, apenas a deposição do material no solo, além de reduzir a deriva do material. O autor ainda explica que a largura de aplicação é definida pela largura do próprio implemento, não havendo necessidade de sobreposição de passadas. No entanto, um inconveniente deste equipamento é a necessidade de realizar passadas mais estreitas, uma vez que o material é aplicado apenas na área sob o implemento.

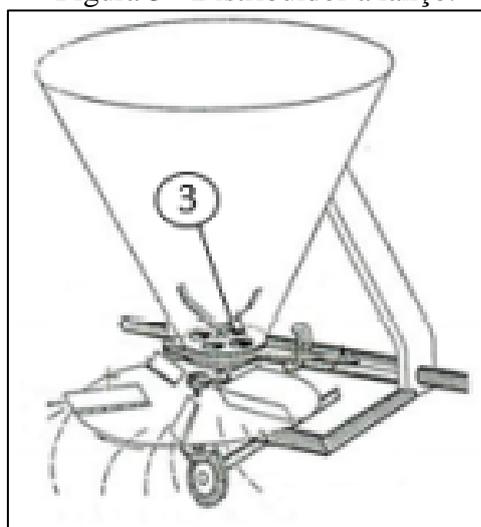
3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo são abordadas as demandas necessárias para o desenvolvimento do implemento, bem como as especificações do projeto a ser executado, visando um bom funcionamento da máquina.

3.1 MÁQUINAS COMERCIAIS

Atualmente, no mercado brasileiro, existem, basicamente, três tipos de distribuidores disponíveis. Como mencionado no item 2.5, o sistema de distribuição mais utilizado é à lança. Neste sistema, o produto é escoado para fora do reservatório por meio da força gravitacional, caindo sobre um ou dois discos giratórios com aletas, que fazem com que o calcário seja lançado em todas as direções. Esse mecanismo é o mais utilizado por possuir uma forma construtiva mais fácil e barata. No entanto, o produto lançado não se deposita no solo de forma regular, devido ao sentido de rotação do disco. De acordo com a Figura 3, é apresentado o modelo de distribuidor a lança.

Figura 3 - Distribuidor a lança.



Fonte: Adaptado de DUARTE, 2019.

Segundo Almeida (2018) outro ponto a ser analisado neste tipo de distribuidor, é a perda de produtos por meio de deriva, principalmente para produtos em pó. O mesmo autor ainda destaca que, quando o produto na forma de pó é lançado em alta velocidade, as partículas menores e mais leves serão carregadas pelo vento, não atingindo assim o local alvo de sua aplicação. Uma forma de reverter essa perda é diminuindo a velocidade de giro do disco, o que acarreta uma menor distância de aplicação.

Também mencionado anteriormente, existe o mecanismo de distribuição pendular, muito utilizado na fruticultura, que como o próprio nome diz, a aplicação dá-se por meio de um pêndulo ao invés de um prato giratório. Esse sistema possui uma aplicação mais simétrica quando comparado ao sistema descrito anteriormente. Porém, um ponto fraco desse sistema é a distribuição de partículas com diferentes pesos específicos, tendo em vista que os grânulos com maior massa conseguem adquirir uma maior energia cinética e atingir maiores distâncias. Tal fato é observado principalmente na distribuição de adubos químicos (NPK), como é descrito por Molin et al (2009).

Outro sistema utilizado na aplicação de corretivos de solo é o gravitacional, que realiza a distribuição do calcário por meio da força gravitacional. Com esse sistema o produto é dosado através dos orifícios de saída, os quais são dimensionados conforme a cultura a ser produzida e a demanda de nutrientes, mesmo assim o implemento possui um sistema que obstrui a passagem do corretivo por meio de um orifício, sendo de grande utilidade na hora da dosagem necessária para o cultivo. Este tipo de implemento é utilizado para o cultivo em lavouras, onde as dimensões do equipamento são grandes para poder suprir a necessidade de cobrir uma grande área em poucas passadas. A utilização desse tipo de distribuidor não é difundida em outras culturas, como por exemplo, as frutíferas, devido a sua grande dimensão.

Ao considerar o exposto acima, utilizou-se como referência para o reprojeto, implemento da marca Mepel DC 1500 que pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4 - Distribuidor DC 1500.



Fonte: O autor 2022.

Segundo o fabricante do implemento, as suas dimensões, bem como suas capacidades, podem ser vistas na Tabela 1.

Tabela 1 - Especificações do implemento.

Capacidade de depósito	1500 kg
Faixa de distribuição	3,0 m
Número de linhas	22
Capacidade de distribuição	Até 6000 kg/ha
Largura	670 mm
Comprimento	3.495 mm
Altura	750 mm
Potência requerida	65 hp

Fonte: Adaptado de MEPEL, 2014.

3.1.1 Implemento a ser redimensionado

Este trabalho se baseia no reprojeto de um distribuidor gravitacional para ser utilizado em culturas que tenham limitação na largura do equipamento. Tendo em vista a demanda de correções de solo também nas culturas frutíferas, e as poucas opções de equipamentos que realizam tal necessidade, o redimensionamento do implemento se faz necessária.

Levando em consideração a largura entre filas da cultura da uva, que pode variar dependendo do tipo de uva cultivada, posição solar e inclinação do solo, o redimensionamento será feito com base na largura entre filas de uma área teste. A vantagem do implemento redimensionado é a menor perda por deriva e distribuição do corretivo mais homogênea na largura total do equipamento. Por outro lado, o produto não será aplicado na fila de plantio da cultura, limitando a aplicação para somente onde é possível transitar com o implemento. Outro ponto a ser observado e modificado é a posição das rodas do implemento, visto que originalmente as mesmas ficam localizadas nas laterais do equipamento para que haja uma melhor distribuição do peso, para o sistema não seja carregado apenas pelo trator. Essas rodas devem ser realocadas para a parte traseira da máquina, visando uma largura de aplicação maior, mantendo a sustentação do peso quando o implemento estiver carregado.

A área escolhida para o teste do implemento que será redimensionado, pertence a um vinhedo, localizado no Travessão Divisa, na cidade de Nova Pádua/RS e possui altitude de 675 metros em relação ao nível do mar.

As características do vinhedo estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2 - Especificações da área teste.

Variedade	Bordô (Ives)	Unidade
Espaçamento de filas	2,5	m
Espaçamento de linhas	2,5	m
Altura média	1,95	m
Comprimento de fila	125	m
Área total do Vinhedo	12.500	m ²
Produção (média)	40.000	kg
Grau Babo (média)	13	-

Fonte: O Autor (2022).

3.2 PLANEJAMENTO DO PROJETO

Como o presente trabalho trata-se do redimensionamento de um implemento já existente no mercado, alguns sistemas também devem ser modificados. O desenvolvimento do trabalho pode ser visto na Figura 5.

A primeira etapa, chamada de Análise de Funcionamento, é composta pelo estudo do funcionamento dos sistemas de implementos disponíveis no mercado atualmente, visando o entendimento de cada sistema que compõe o implemento e o equipamento como um todo.

A segunda etapa, chamada de Parâmetros da Cultura, é constituída pela medição e definição do dimensionamento necessário para atender aos requisitos da cultura onde ele será aplicado. Esta etapa é de suma importância para o projeto, visto que o dimensionamento deve ser feito levando em consideração não só o tamanho do implemento, mas também o comprimento do trator, pois o conjunto deve conseguir realizar manobras no vinhedo.

A terceira etapa, denominada de Desenvolvimento do Projeto, é feita de forma simultânea com a segunda etapa. Neste momento, com as dimensões tomadas, será necessário adaptar o distribuidor às medidas, verificar e projetar possíveis mudanças em sua estrutura.

Na quarta etapa, o foco do trabalho se dá na Fabricação e Montagem do novo sistema adequado às medidas. Nesta etapa, todos os sistemas que compõe o implemento serão montados respeitando as dimensões, visando o funcionamento completo do sistema, tanto o movimentador interno quando o sistema de dosagem.

A quinta etapa, denominada Avaliação Experimental do Produto acontece após a etapa de montagem e seu foco é a avaliação da quantidade de corretivo que o implemento consegue distribuir. Primeiramente, o implemento será testado em uma área aberta, para a

correta medição do volume aplicado por metro quadrado de área, em seguida o distribuidor será testado no vinhedo definido.

A última fase do trabalho é a Validação, onde todos os dados obtidos nos testes realizados serão analisados e confrontados com os dados obtidos pelo fabricante do implemento original.

Figura 5 - Fluxograma de atividades.



Fonte: O Autor (2022).

4 DESENVOLVIMENTO DO REPROJETO

Para se desenvolver o reprojeto do implemento, várias etapas foram seguidas. Iniciando-se pela análise de funcionamento, passando pelos parâmetros da cultura a serem seguidos e também a etapa de fabricação do implemento.

4.1 ANÁLISE DE FUNCIONAMENTO

Para o desenvolvimento do reprojeto do implemento, é necessário realizar um estudo do funcionamento do distribuidor de calcário existente para um melhor entendimento dos componentes móveis como o movimentador interno e o sistema de controle de saída.

Para iniciar o processo de distribuição do corretivo no solo, é feita a regulagem da abertura dos orifícios de saída do produto para que seja feita a dosagem na quantidade necessária e de forma uniforme por toda a área. Essa regulagem é feita de forma manual, por meio de uma alavanca que fica na parte frontal do implemento (Figura 6). O movimento horizontal da alavanca aciona o sistema de abertura e fechamento dos furos que se localizam na parte inferior da máquina. Com a movimentação da alavanca os orifícios são abertos ou fechados através de uma chapa que se movimenta na mesma direção que a alavanca de acionamento. A abertura dos furos é proporcional à movimentação da alavanca, ou seja, quando a alavanca é movimentada até a metade do seu percurso, a abertura dos furos é a metade seu diâmetro (Figura 7).

Figura 6 - Alavanca de acionamento.



Fonte: o Autor (2023).

Figura 7 - Furos de saída do calcário.



Fonte: o Autor (2023).

Com a dosagem do produto regulada, pode-se iniciar a movimentação do trator que faz o tracionamento do implemento. Internamente, logo acima dos furos, existe um eixo com discos dentados que realizam a movimentação do calcário dentro da máquina. Cada furo de saída possui um disco dentado para uma aplicação mais homogênea. A movimentação do eixo interno é obtida pela própria movimentação das rodas do implemento. O eixo é diretamente ligado ao eixo de rotação de uma das rodas, portanto, a cada rotação feita pelas rodas equivale a uma rotação do eixo interno de movimentação.

Esse sistema de movimentação é de vital importância para que o calcário não fique compactado no fundo do implemento causando a interrupção da saída do produto. O sistema pode ser visualizado na Figura 8.

Figura 8 - Movimentador interno.



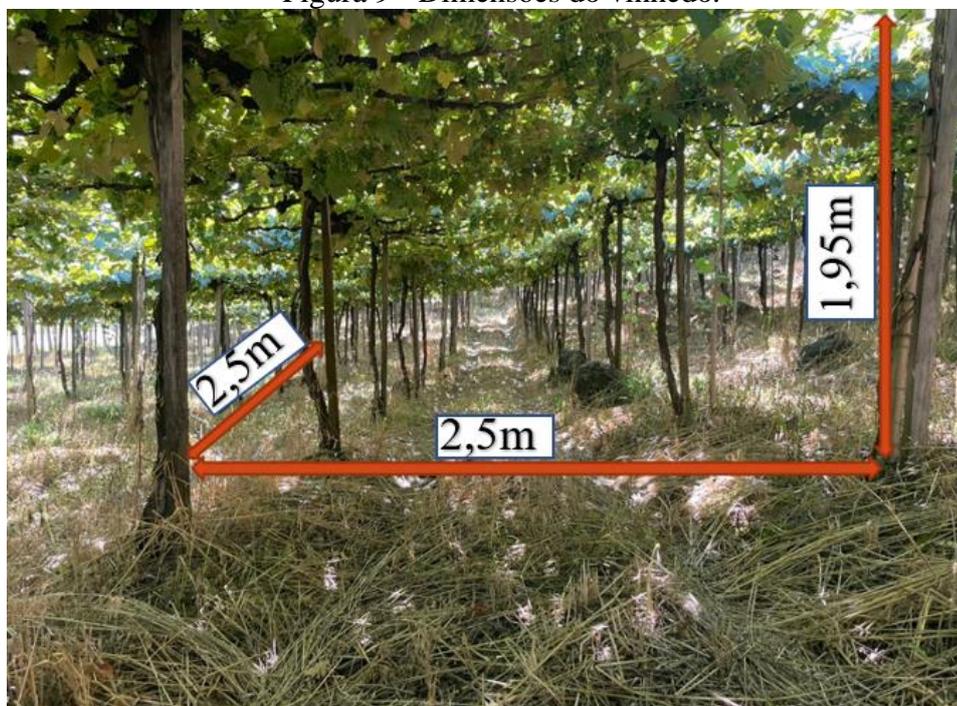
Fonte: o Autor (2023).

4.2 PARÂMETROS DA CULTURA

Os parâmetros da cultura, onde será realizada a correção de solo com o implemento, são de suma importância para o reprojeto e dimensionamento da máquina. As dimensões do vinhedo em questão são apresentadas na Tabela 2. A área total do vinhedo em questão é de 12.500 m², sendo divididos em linhas de videiras com distanciamento de 2,5 m; distância de 2,5 m entre plantas na linha, também com uma altura média de 1,9 m como pode ser visto na Figura 9. A área onde ocorre a manobra do trator e implemento possui uma distância entre plantas um pouco maior, sendo de 3,0 m. Essas distâncias devem ser analisadas, para poder

dimensionar o implemento de forma que este possa percorrer entre as linhas com eficiência e possa também realizar as curvas na área de manobra de forma segura, sem atingir nenhuma videira.

Figura 9 - Dimensões do vinhedo.



Fonte: o Autor (2023)

Outro ponto de vital importância, que deve ser analisado, é a análise do solo. A coleta do solo foi efetuada no dia 23 de junho de 2022. A importância da análise de solo se dá ao fato de que a mesma auxilia na definição das quantidades de insumos e corretivos que devem ser depositados no solo para uma correção eficaz. A análise completa do solo é apresentada no Anexo A.

Conforme a análise apresenta os dados da situação atual do vinhedo, a quantidade ideal de calcário necessária para a correção do solo em questão é de 7.000 kg/ha, devendo este ser distribuído em área total. Desta forma, obtém-se uma melhor uniformidade no solo.

Como o distribuidor a ser reprojeto é uma máquina que necessita de um meio de tração, é necessário que haja um trator para fazer o arraste do equipamento. O trator deve ser analisado, e se deve considerar suas características para que o reprojeto respeite as limitações impostas por este tipo de maquinário. Para isso, alguns parâmetros devem ser levados em consideração, como por exemplo, comprimento, largura, distância entre eixos, potência do motor e capacidade de levante do hidráulico. O trator utilizado para os testes é da marca Yanmar, modelo Agritech 1155 e as informações podem ser visualizadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Características do Trator

Características	Dimensões
Comprimento total	3470 mm
Distância entre eixos	1750 mm
Largura total	1420 mm
Raio de giro	3250 mm
Vão livre do eixo	240 mm
Peso	1606 kg

Fonte: Adaptado de Agritech, 2013.

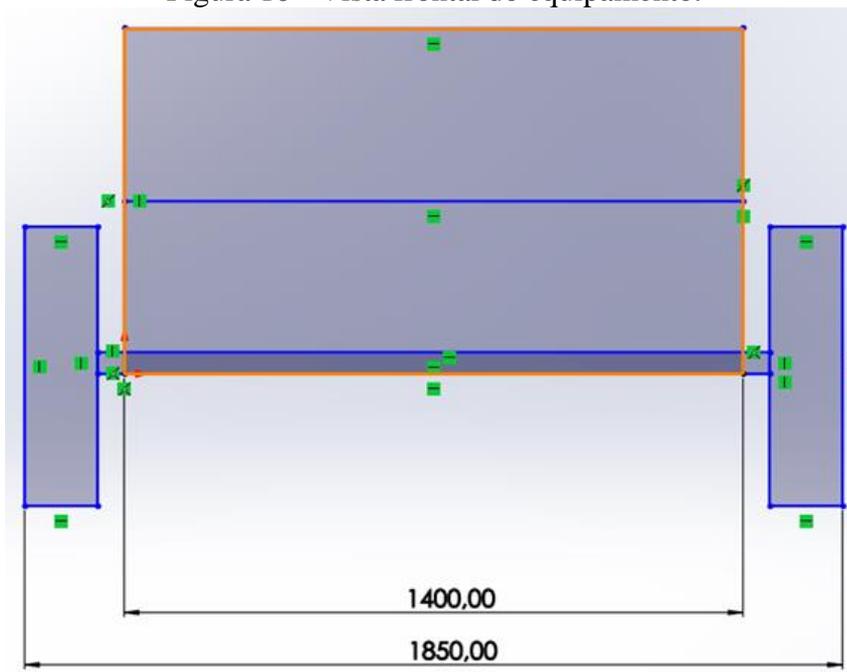
Para garantir a funcionalidade do produto e sua adequação ao campo de uso foi necessário que algumas partes do produto fossem reprojctadas, dentre elas tem-se: suporte das rodas, engate para fixação no trator e a lateral do equipamento.

4.2.1 Suporte das rodas

Inicialmente, foi estipulado o tamanho do distribuidor, considerando que este não possa ultrapassar a dimensão total do trator que fará a tração do equipamento. Esta medida foi necessária para que o implemento não interfira na área de manobra e para que seja possível o deslocamento entre as plantas do vinhedo. A largura do trator utilizado é de 1420mm. Portanto, o equipamento deve ter igual valor.

Para poder utilizar este dimensionamento no implemento, deve-se tomar a medida da parte externa às rodas do trator. Desta forma, o distribuidor fica dimensionado de forma adequada à máquina e ao vinhedo, porém a largura efetiva de distribuição do equipamento fica menor, devido ao espaço ocupado pelo conjunto de rodas e movimentador. Essa distribuição deve ter um valor aproximado de 1400mm. Com as rodas na parte externa do implemento, a medida total fica em 1850mm. Essa dimensão pode ser verificada na Figura 10.

Figura 10 - Vista frontal do equipamento.

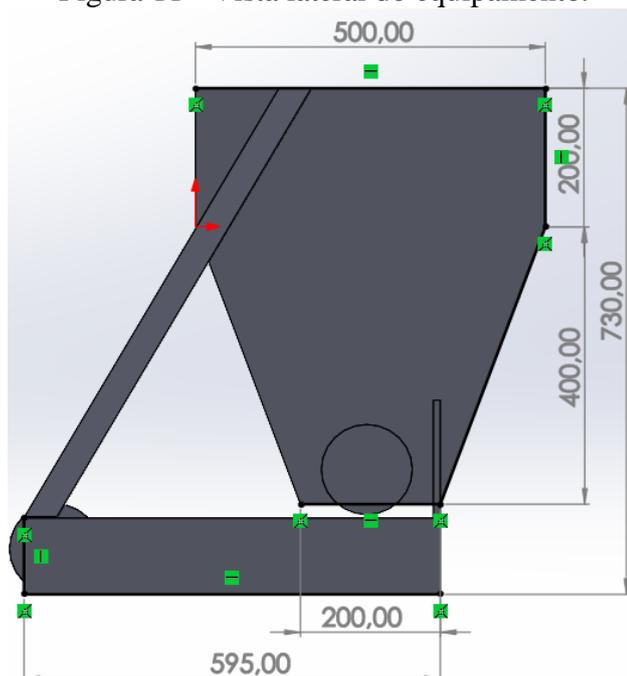


Fonte: o Autor (2023).

A solução encontrada para que a largura efetiva de distribuição do implemento seja igual à do trator, ou a mais aproximada possível, é que as rodas que fazem a sustentação e movimento do distribuidor sejam deslocadas para a parte traseira da máquina. Para isso, foi necessário desenvolver um suporte para sustentação das rodas. Adotando esta modificação, foi possível fazer com que a distribuição fosse paralela ao trator com um total de 1400 mm.

O sistema de movimentação interna do produto também precisou ser modificado. Tendo em vista que no sistema original, o eixo do movimentador era ligado diretamente ao eixo da roda, neste novo sistema foi necessário acoplar uma coroa dentada ao eixo interno e um pinhão ao eixo da roda que foi deslocada para a traseira do implemento. Para fazer a ligação da coroa e pinhão foi utilizada uma corrente, garantindo a movimentação do produto. Na Figura 11, é possível visualizar o sistema de movimentação e o deslocamento das rodas do implemento.

Figura 11 - Vista lateral do equipamento.



Fonte: o Autor (2023).

Para se desenvolver o suporte de fixação das rodas, foi necessário levar em consideração o tamanho das rodas que seria utilizado. Mantendo uma dimensão reduzida do equipamento, foi estipulado que as rodas que seriam usadas fossem de aro 13, com pneus 265/70-13. O diâmetro total desse conjunto de roda e pneu é de 561,2 mm. Sendo assim, o comprimento do suporte deve se enquadrar nessa medida com o intuito de que a roda tenha espaço suficiente para efetuar seu movimento. Com isso, a dimensão adotada para tal suporte é de 595 mm, sendo que 280,1 mm é o giro do raio que será imposto pelo conjunto da roda.

Para o dimensionamento da chapa de sustentação à qual foi fabricado o suporte das rodas, fez-se necessário levar em consideração o tamanho da ponta de eixo que é utilizada pela roda. Para tal fixação, é necessária uma chapa de pelo menos 70 mm de altura. Para que haja uma “sobra” de espaço na chapa, foi estipulado a utilização de uma altura de 100 mm. A partir desses dados, foi possível calcular a espessura mínima da chapa para que a mesma pudesse fazer a sustentação do equipamento. O aço utilizado para a fabricação foi o ASTM A36, com um limite de resistência ao escoamento de 250 MPa (SHIGLEY, 2005). Como o implemento é utilizado em terrenos acidentados, com a incidência de buracos, pedras, galhos e outros obstáculos, optou-se por utilizar para fins de cálculo de forma conservadora, um coeficiente de segurança igual a 2. A força utilizada no cálculo foi baseada na carga teórica que o implemento pode conter. Estipulando-se um valor de 400 kg de produto contido no reservatório, a força resulta em 3,92 kN.

Para os cálculos pertinentes, que definiram a espessura mínima necessária, foram utilizados os seguintes dados:

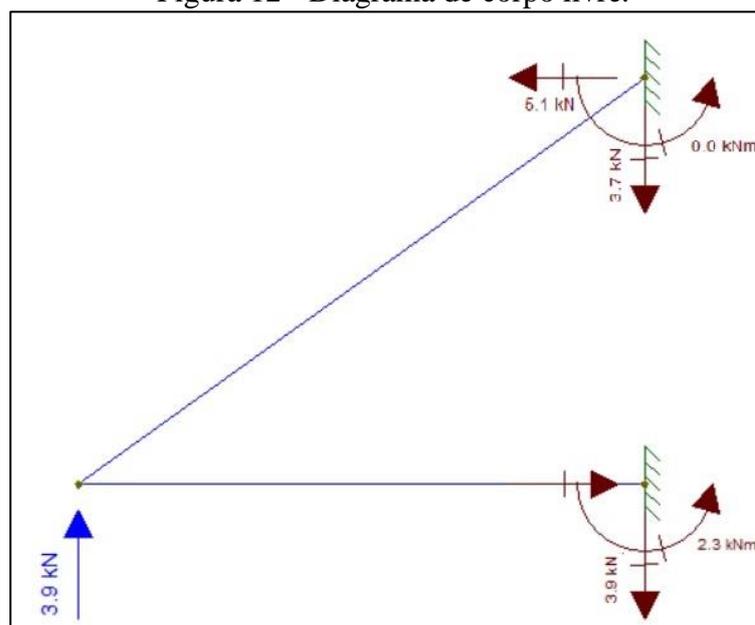
Tabela 4 - Dados para cálculos de definição da espessura mínima.

Aço utilizado	A36
Coefficiente de Segurança (CS)	2
Tensão de Escoamento (σ_e)	250 MPa
Força (F)	3,92 kN
Altura da Barra (AB)	100 mm

Fonte: o Autor (2023).

O diagrama de corpo livre utilizado para fins de análise foi desenvolvido em software Ftool e pode ser visto na Figura 12.

Figura 12 - Diagrama de corpo livre.



Fonte: o Autor (2023).

Para que o cálculo fosse feito de forma conservadora, foi considerado que as barras fossem livres e possuíssem um ângulo de 45° entre si. As forças atuantes nas barras foram encontradas com o auxílio de software pois trata-se de um sistema hiperestático.

Utilizando os dados, foi possível iniciar os cálculos de dimensionamento da barra AB com a equação 1.

(1)

$$CS = \frac{\sigma_u}{\sigma_{adm}}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{250}{2} = 125 \text{ MPa}$$

Posteriormente, fazendo o uso da equação 2, referente à tensão de flexão, foi calculado a espessura mínima para a barra.

(2)

$$b = \frac{M \times y \times 12}{h^3 \times \sigma}$$

$$b = \frac{2.3 \times 10^6 \times 50 \times 12}{125 \times 100^3} = 11,04 \text{ mm}$$

Desta forma, o valor mínimo de espessura necessária para a sustentação é de 11,04 mm. Comercialmente, foi adquirida uma barra com 15 mm de espessura.

Para que o dimensionamento fosse seguro, calculou-se a tensão de cisalhamento da barra, foi necessário calcular o momento de inércia da barra retangular, que pode ser visualizado na equação 3.

(3)

$$I = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{15 \times 100^3}{12} = 1,2 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

Para o cálculo da tensão de cisalhamento, utilizou-se a força cortante como a força aplicada na barra para o cálculo da tensão de flexão. A equação da tensão de cisalhamento, pode ser observado na equação 4, cujo dados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Dados da tensão de cisalhamento.

Força cortante (V)	3,92 kN
Distância da Linha Neutra (y')	25 mm
Área (a')	750mm ²
Momento estático (Q)	18750mm ³

Fonte: o Autor (2023).

(4)

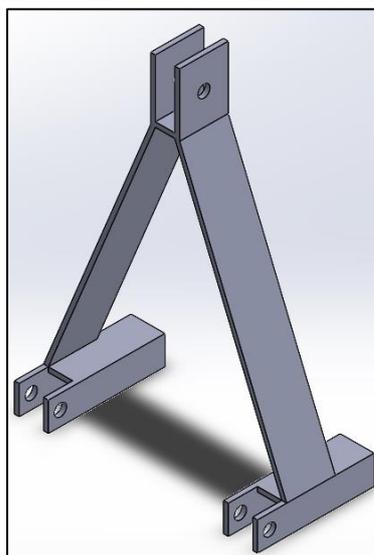
$$\tau = \frac{V \times Q}{I \times t} = \frac{3,92 \times 10^3 \times 18750}{1,2 \times 10^6 \times 15} = 4,08 \text{ MPa}$$

Com a resolução da equação 7, referente à tensão de cisalhamento, obteve-se um valor baixo, devido à baixa carga que o implemento carrega em seu reservatório.

4.2.2 Engate para fixação no trator

A conexão do implemento com o trator também foi modificada. Anteriormente no implemento original, a tração da máquina era feita por meio do engate de reboque do trator. Porém, para facilitar a manobra em áreas de menor espaçamento, foi desenvolvido o engate do distribuidor para que o mesmo seja acoplado ao levante hidráulico de três pontos do trator. Desta forma, é possível suspender o equipamento do solo, facilitando ao operador a troca de fileira para aplicação. O sistema de conexão do implemento com o trator pode ser visto na Figura 13, por desenho técnico, e na Figura 14.

Figura 13 - Extrusão do desenho técnico do sistema de conexão do implemento no trator.



Fonte: o Autor (2023)

Figura 14 - Vista frontal do sistema de conexão do implemento no trator.



Fonte: o Autor (2023)

Para que a sustentação do equipamento fosse feita de forma correta, foi necessário calcular o cisalhamento bilateral que os pinos iriam sofrer, estipulando assim o diâmetro mínimo necessário para suportar a carga.

A força utilizada para calcular a carga nos pinos, foi baseada no peso do implemento mais o peso total de carga, obtendo um valor de 600 kg (5,88 kN). Para o cálculo de dimensionamento dos furos, foi utilizado valores para um aço SAE 1020, o qual possui uma tensão de escoamento de 144 MPa (TENAX, 2014). Também foi utilizado o mesmo coeficiente de segurança devido às condições de uso do equipamento.

O primeiro passo foi calcular qual seria a tensão admissível levando em consideração o coeficiente de segurança adotado, cujo dados são apresentados na Tabela 6. O cálculo pode ser visto na equação 5.

Tabela 6 - Dados para cálculo da tensão admissível.

Força total (Ft)	5,88 kN
Tensão de escoamento (τ_m)	144 MPa
Coeficiente de Segurança (CS)	2

Fonte: o Autor (2023).

(5)

$$CS = \frac{\sigma_u}{\tau_{adm}} = \frac{144}{2} = 72 \text{ MPa}$$

Posteriormente, utilizando a fórmula da tensão, foi possível reorganizar a mesma e chegar na equação 6.

(6)

$$\sigma_{adm} = \frac{F}{A}$$

$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{F}{\sigma_{adm}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times F}{\sigma_{adm} \times \pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 5.88 \times 10^3}{72 \times 10^6 \times \pi}} = 10,2 \text{ mm}$$

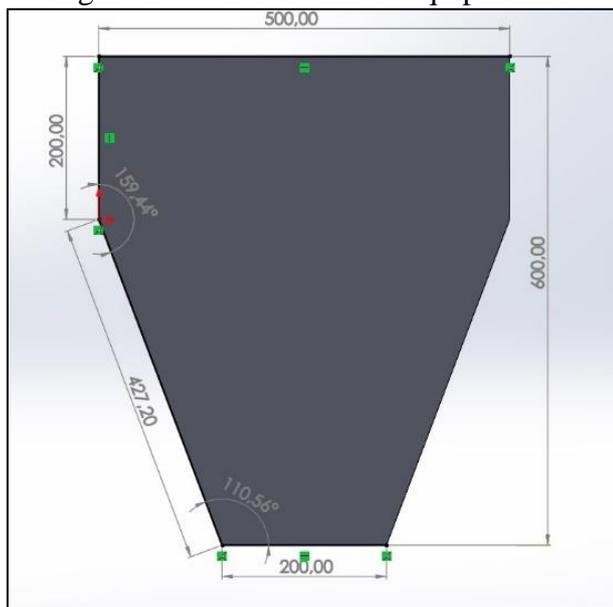
Usualmente, para utilização agrícola, os diâmetros de pinos utilizados são de 20, 25 e 28 milímetros respectivamente. Como o valor calculado foi menor, optou-se pelo uso de um pino de 20mm.

4.2.3 Lateral do equipamento

Como o equipamento antigo foi cortado, apenas uma de suas laterais permaneceu fixada ao mesmo. No local do corte, o implemento novo acabou ficando sem a lateral, sendo necessário o projeto e fabricação de uma nova.

Para projetar a nova lateral, utilizaram-se as dimensões da lateral que permaneceu no implemento. A altura total da lateral é de 600 mm, largura na parte de cima é de 500 mm, largura na parte de baixo é de 200 mm. A Figura 15, revela o desenho mecânico da nova lateral com suas respectivas dimensões.

Figura 15 - Vista lateral do equipamento.

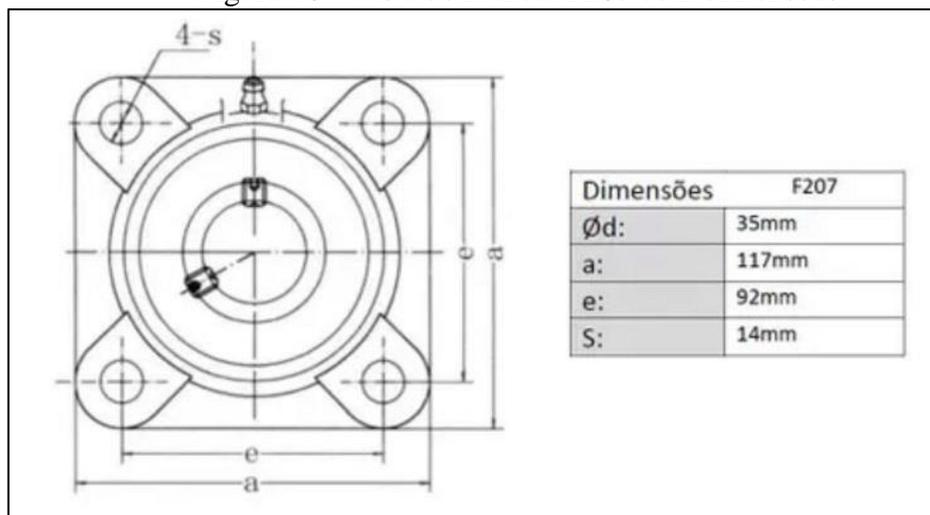


Fonte: o Autor (2023).

Como o reprojeto do implemento possui as rodas na parte traseira do equipamento, foi necessário desenvolver um novo sistema de movimentação. Visto que o eixo de movimentação é passante em relação à lateral do implemento, é necessário utilizar um mancal de rolamentos para que o eixo tenha apenas movimento rotacional.

Para a aplicação desse mancal foi necessária a medição do eixo, para que o elemento de máquina tenha a dimensão correta. A medida tomada é de 35 mm. Portanto, o mancal utilizado foi um F207 quadrado do tipo flange, conforme mostra a Figura 16. O rolamento interno ao mancal é um SKF 207 de esferas. O componente não sofre com carregamento axial, visto que sua função no equipamento é de manter o eixo de movimentação fixo, apenas com movimentação rotacional. Atua sobre este rolamento somente uma carga radial, que se dá pela tensão da corrente de transmissão.

Figura 16 - Vista do mancal F207 com dimensões.



Fonte: Catálogo FRM (2023).

Para a movimentação do eixo, foi escolhido um sistema de transmissão por corrente e engrenagens. Para cada rotação da roda seja feita uma rotação do eixo, foi necessário que o pinhão tivesse o mesmo tamanho que a coroa. Para o dimensionamento do sistema de transmissão, foi utilizada uma corrente de rolo de ½ polegada a qual é submetida a uma rotação média de serviço de 50 rpm (aproximadamente 5 km/h). Estipulou-se também uma coroa e pinhão com 21 dentes. A carga de ruptura da corrente utilizada é de 1.700 kg conforme apresentado na Figura 17.

Figura 17 – Catálogo de correntes de transmissão.

Referência ANSI E ISO	Referência ABTN	P X C	Passo	Entre Placas	Ø do Rolo	Largura Total	Altura Placas	Carga Ruptura	Peso
			P	C	B	D	H		
			Polegada	mm	mm	mm	mm		
40-1	08A-1	1/2 X 5/16	12,70	7,95	7,92	16,4	10,2	1.700	0,60

Fonte: Adaptado de Cerello (2023).

4.3 FABRICAÇÃO E MONTAGEM

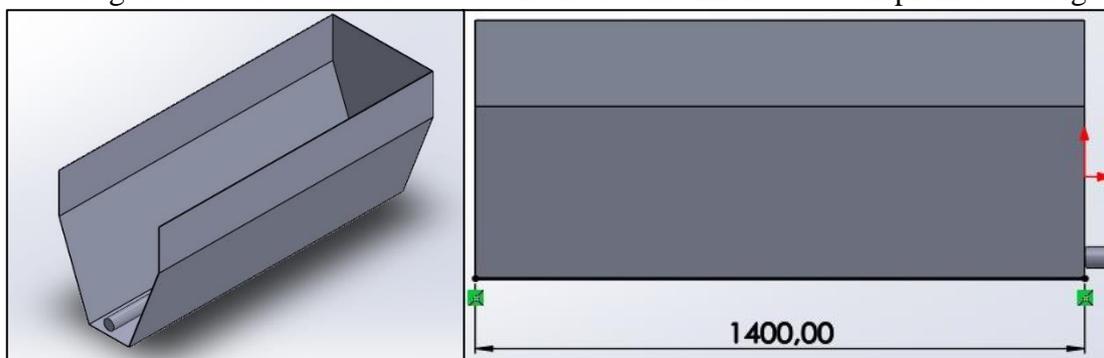
Após finalizada a etapa de projeto e cálculos para o equipamento, iniciou-se a etapa de fabricação e montagem do implemento.

4.3.1 Desmontagem e corte do implemento original.

Após a finalização do reprojeto foi iniciado a montagem do equipamento. O primeiro passo foi a desmontagem do implemento antigo. Todo o sistema de movimentação, regulagem de saída e conexão com o trator teve de ser desmontado para posteriormente ser também redimensionado.

Segundo o projeto desenvolvido anteriormente, o equipamento deveria ter uma medida de 1400 mm em seu total. Portanto, o corte que foi feito no equipamento possui um comprimento igual ao mencionado e pode ser visto na Figura 18.

Figura 18 - Vista em corte e vista frontal com dimensões do implemento antigo.



Fonte: o Autor (2023).

4.3.2 Fabricação da lateral e suporte de rodas do equipamento.

Com o implemento já desmontado e cortado, foi necessário iniciar a fabricação e montagem do novo equipamento. Como primeiro passo, foi desenvolvida uma nova lateral para ser fixada no lugar onde foi realizado o corte. Com base no projeto e suas dimensões, utilizou-se uma chapa de 3 mm de espessura para fabricar a nova lateral, sendo que a mesma foi fixada no implemento utilizando uma máquina de solda MIG da marca ESAB de 250A.

O segundo passo da montagem do implemento foi o novo suporte para o deslocamento das rodas do implemento antigo. A nova estrutura de fixação das rodas foi fabricada com uma chapa de 15 mm de espessura. Uma das extremidades do suporte foi fixada na lateral do implemento enquanto na outra ponta foi fixada a ponta de eixo onde é presa a roda do equipamento conforme apresentado na Figura 19 e Figura 20.

Figura 19 - Fixação da ponta de eixo.



Fonte: o Autor (2023).

Figura 20 - Vista lateral do deslocamento das rodas.



Fonte: o Autor (2023).

4.3.3 Sistema de movimentação.

Concomitantemente ao processo de fabricação anterior, foi necessário modificar o sistema de movimentação para o eixo interno. Este eixo anteriormente era conectado diretamente ao eixo das rodas. No projeto de modificação, como as rodas foram deslocadas para a parte traseira do implemento, a solução encontrada, foi instalar no equipamento um conjunto de pinhão, coroa e corrente, ligados aos eixos das rodas e ao eixo interno do implemento

respectivamente. Mantendo o padrão original de movimentação, onde a cada giro da roda era feito um giro do eixo, foi instalado uma coroa de mesmo tamanho do pinhão.

Primeiramente, foi fixada na nova lateral do implemento um mancal de rolamento, para que o eixo de movimentação esteja centralizado e preso de forma que não tenha movimentos laterais e longitudinais, somente movimentos de rotação. Como o diâmetro do eixo é de 35 mm, o mancal adquirido foi um f207 com rolamento SKF 207.

Já com o eixo passante em relação ao mancal, em sua extremidade foi fixado um pinhão de 21 dentes, para realizar o movimento de giro do eixo. Este pinhão possui um encaixe para chaveta, não havendo o deslizamento sobre o eixo. Para o dimensionamento da chaveta, foi considerado a carga de calcário contida no reservatório, sendo essa de 400 kg (3,92 kN). Iniciou-se o dimensionamento obtendo o valor do torque. Sabendo que o diâmetro do pinhão é de 60 mm, o cálculo é apresentado na Equação 7, que segue.

(7)

$$T = F \times d$$

$$T = 3,92 \times 10^3 \times 0,06$$

$$T = 235,2 \text{ N.m}$$

Posteriormente, para se calcular o comprimento total da chaveta, foi necessário encontrar alguns valores tabelados para chavetas, como a largura e altura. O material também foi definido como sendo aço AISI 1010 CD, que segundo Shigley (2005), possui um $S_y=300\text{MPa}$ e $S_{ut}=370\text{MPa}$. Manteve-se o coeficiente de segurança igual a 2 para que o cálculo seja conservador. Todos os dados utilizados para o dimensionamento, através da Equação 8, são apresentados na Tabela 7 a seguir.

Tabela 7 – Dados para dimensionamento da chaveta.

Diâmetro (d)	35 mm
Base (b)	10 mm
Altura (h)	8 mm
S_y	300 MPa
S_{ut}	370 MPa
Coefficiente de Segurança (CS)	2

Profundidade do rasgo inferior (t1)	4,7 mm
Profundidade do rasgo superior (t2)	3,2 mm
Torque (T)	235,2 N.m
Tensão Admissível (σ_{adm})	185 MPa

Fonte: o Autor (2023).

(8)

$$\sigma_{adm} = \frac{2 \times T}{d \times t2 \times L}$$

$$L = \frac{2 \times T}{d \times t2 \times \sigma_{adm}} = \frac{2 \times 235 \times 10^3}{35 \times 3,2 \times 185} = 22,683 \text{ mm}$$

O valor encontrado para o comprimento da chaveta, foi de 22,683 mm. A partir deste valor, foi possível calcular a sua tensão máxima de cisalhamento. Segundo Beer (2013), quando elementos sob cisalhamento tem uma relação grande entre L/b como chavetas (Figura 21), a tensão tende a ser maior nas suas extremidades e o fator K_{extr} deve ser adotado, como apresentado na equação 9.

(9)

$$\frac{L}{b} = \frac{22,683}{10} = 2,26$$

Figura 21 - Relação L/b

L/b	0,25	0,5	1	2	4	6	10	20	50
K_{extr}	1,008	1,033	1,126	1,396	1,988	2,582	3,770	6,740	15,65

Fonte: Adaptado de Beer (2013).

Como o valor encontrado não está tabelado, foi necessário realizar uma interpolação de valores para se obter um $K_{extr} = 1,47296$. Utilizando este valor na Equação 10, foi possível obter valor da tensão de cisalhamento máxima.

(10)

$$\tau_{max} = \frac{3 \times T \times K_{extr}}{d \times b \times L} = \frac{3 \times 235 \times 10^3 \times 1,47296}{35 \times 10 \times 22,683} = 130,8 \text{ MPa}$$

Ao mesmo tempo, uma coroa de mesmo tamanho teve de ser fixada junto ao eixo de uma das rodas, para que o sistema de transmissão de movimento funciona-se de forma satisfatória. A coroa de transmissão foi fixada junto ao suporte da roda do implemento, facilitando assim a sua concentricidade e manuseio. Na Figura 22, a coroa pode ser vista juntamente com o suporte de fixação da roda.

Figura 22 - Coroa de transmissão.



Fonte: o Autor (2023).

Após o pinhão e coroa estarem fixados e alinhados corretamente, a corrente que faz a transmissão da coroa para o pinhão foi colocada para que o sistema esteja completo.

4.3.4 Sistema de abertura

Basicamente, o sistema de abertura dos orifícios do implemento antigo foi mantido. A abertura é feita por meio de alavanca que desloca uma chapa na parte inferior do implemento, fazendo com que os furos sejam abertos ou fechados conforme a necessidade.

A finalização da fabricação do implemento se deu com a pintura do mesmo e com a montagem do conjunto de rodas e pneus. Para que não houvesse o arraste de sua banda de rodagem no solo, foram utilizados pneus com agarradeiras mais altas. Esses pneus são comumente utilizados em veículos *off-road* para que a tração seja mais efetiva. O conjunto de rodas e pneus pode ser visto no APÊNDICE B.

O implemento completo fixado ao trator que fará sua tração pode ser visualizado na Figura 23.

Figura 23 - Vista geral do equipamento fixado ao trator.



Fonte: o Autor (2023).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a finalização da montagem do implemento, para fazer a sua validação foram realizados testes em campo, em seu local próprio de uso, considerando as irregularidades do terreno.

5.1 QUANTIDADE DE CALCÁRIO POR METRO QUADRADO

O teste inicial foi realizado utilizando uma lona com área total de 1 m², tendo dimensões de 1m de largura e 1m de comprimento, sendo efetuado a passagem do implemento por sobre a mesma, com o intuito de quantificar o material depositado. Também foi estipulado um total de 10 passadas por sobre a lona, para que se obtenha um valor médio de deposição. As aberturas testadas foram de 100% e 50%. A Figura 24 apresenta a processo de distribuição sobre a lona.

Figura 24 - Demonstração da quantidade de calcário depositada sobre a lona.



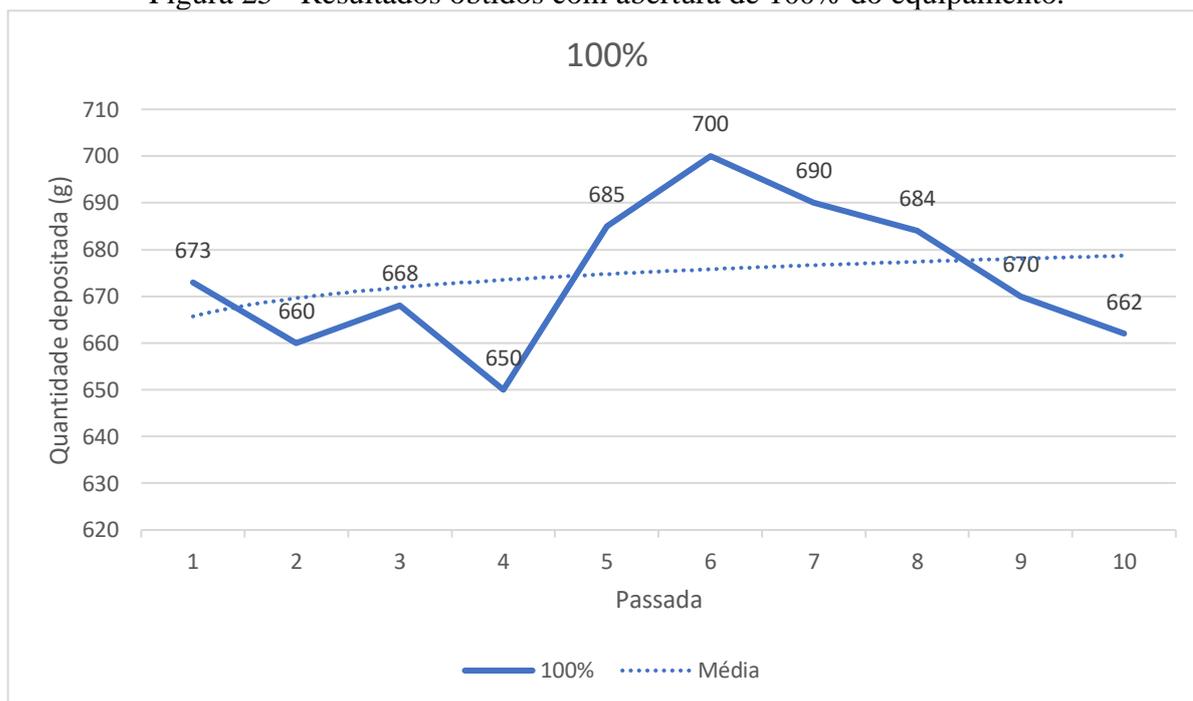
Fonte: o Autor (2023).

A cada passagem do implemento, o material foi coletado e depositado em um recipiente e após realizada a pesagem, alimentando os dados em uma planilha. A umidade do corretivo pode afetar na medição, visto que o calcário pode sofrer alterações em sua massa. Por

conta disso, o teste foi realizado com o produto adquirido no mesmo dia, e com uma temperatura ambiente de 24°C, para que o calcário estivesse com condições reais de uso.

É possível visualizar no APÊNDICE C, os quadros com os valores da massa coletada em abertura do equipamento de 100%, e o número das passadas, bem como a média de massa e o valor percentual de variação em relação ao valor da média. Com o intuito de auxiliar na visualização dos resultados a 100%, apresenta-se na Figura 25 a variação entre as passadas.

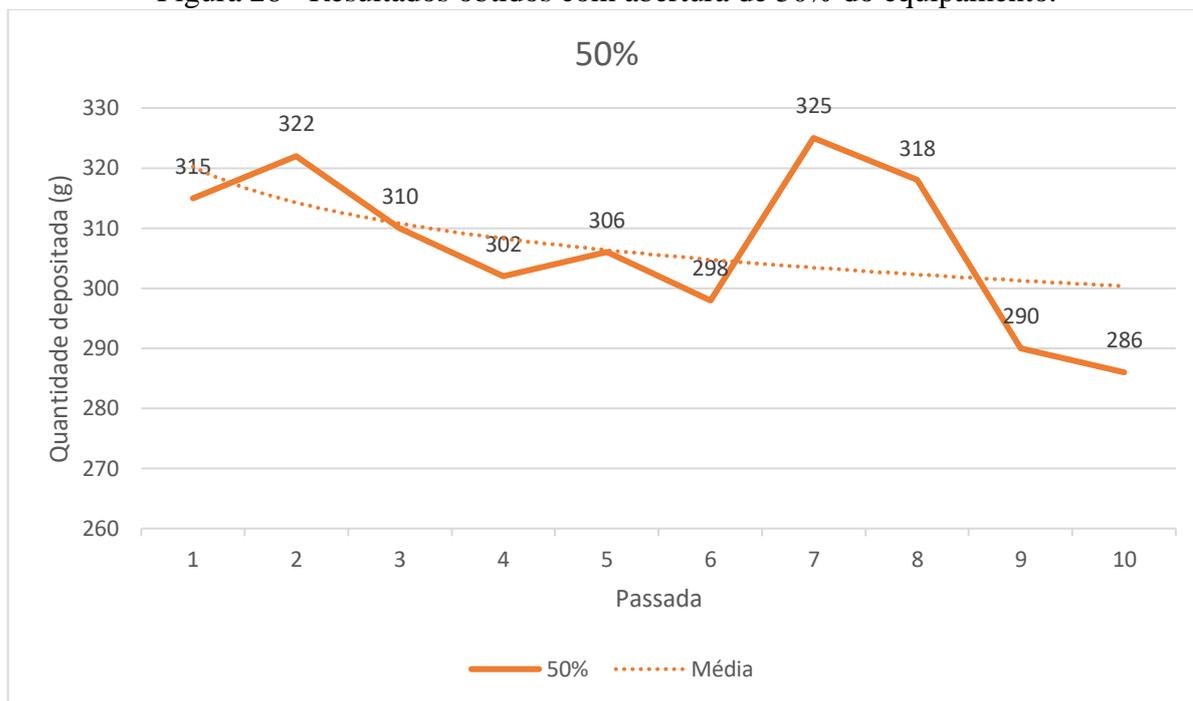
Figura 25 - Resultados obtidos com abertura de 100% do equipamento.



Fonte: o Autor (2023)

Da mesma forma, foi criado uma tabela para os valores de 50% (também apresentada no APÊNDICE C) da abertura total do equipamento. Para que o valor da abertura estivesse o mais correto possível, a mesma foi medida com o auxílio de um paquímetro, fazendo com que o teste pudesse ter valores de real importância para o trabalho. Através da Figura 26 é possível visualizar a variação de deposição para a abertura de 50%.

Figura 26 - Resultados obtidos com abertura de 50% do equipamento.



Fonte: o Autor (2023)

Com as informações presentes nas tabelas, foi possível notar uma maior variação de valores com a abertura do implemento em 50%. Essa variação pode ser explicada devido a alguma eventual variação de umidade do próprio calcário, que afeta a sua granulometria fazendo com que os grãos se juntem e formem aglomerados maiores que podem obstruir momentaneamente o orifício de saída do equipamento. Observando e comparando as duas tabelas de abertura do equipamento, nota-se que o valor médio de massa depositada por metro quadrado na abertura de 50% deveria ser da metade do valor médio na abertura total, porém o valor verificado foi menor. O valor esperado era de 337,1 gramas de calcário. No entanto, o valor médio coletado do material foi de 307,2 g. Tal redução pode ser explicada devido a variação de umidade citada anteriormente e também, por alguma eventual redução da abertura durante a medição com o paquímetro.

Para a abertura total do implemento a maior variação notada é de 3,827%. Portanto, pode ser adotado como valor máximo de variação nessa abertura, tanto para maior deposição como para menor. Já na abertura de 50%, a maior variação é de 6,901%. Essa variação é maior do que a vista na abertura total, devido à uma maior sensibilidade de variação do calcário. Como a abertura é menor, com a mínima variação já é possível notar uma taxa de deposição reduzida.

5.2 APLICAÇÃO NA ÁREA TESTE

Após o teste de deposição por metro quadrado, foi possível realizar o teste de aplicação do calcário na área de 12.000 m². Sabendo qual é a taxa de deposição do equipamento e que ele possui uma variação de saída, iniciou-se o teste.

A quantidade de produto total que o implemento comporta é de 8 sacos de 50 kg cada, totalizando 400 kg de calcário para a sua capacidade máxima. Utilizando a análise de solo que apresentada no ANEXO A, e segundo a prescrição da Engenheira Agrônoma, a deposição total necessária para a correção do solo é de 7 toneladas, devendo ser realizada de forma parcelada, em 2 etapas de 3.500 kg cada, em um intervalo de tempo de 40 dias. Para fins de avaliação do implemento, foi considerado apenas a primeira deposição de calcário, visto que seria necessária uma nova coleta de solo para análise. Desta forma, o produto foi aplicado ao solo no dia 11 de maio de 2023 e a coleta de solo 20 dias após, para que o material pudesse estar incorporado ao solo. Na Figura 27 é possível observar o teste de aplicação do calcário na área.

Figura 27 - Teste de aplicação do calcário na área.



Fonte: o Autor (2023).

Após a aplicação total de calcário na área desejada, foi necessário aguardar a incorporação do mesmo por meio das chuvas. Com o auxílio da água, o material é translocado

para a camada inferior do solo. Posteriormente, a coleta de solo foi efetuada com o auxílio de um trado calador. Essa, foi encaminhada para laboratório de análises e interpretada novamente pela agrônoma responsável. Os resultados dessa segunda análise, são apresentados no ANEXO D.

A nova análise do solo revelou que a necessidade de calcário para a próxima aplicação diminuiu, resultando um total de 2 toneladas. Tendo em vista que a coleta do solo deveria necessitaria de um intervalo de tempo maior, o calcário ainda se encontrava muito presente na superfície do solo, gerando um agravante para a mudança de quantidade necessária.

5.3 ELEMENTOS DE VARIAÇÃO DO PRODUTO

Como pode ser verificado nos testes de aplicação, existem fatores que afetam diretamente na taxa de deposição do calcário. Entre eles estão a umidade do produto, a velocidade de aplicação e as condições do terreno.

Como o calcário utilizado encontra-se na forma de pó, é necessário que ele tenha uma baixa umidade, visto que esta influencia na granulometria do produto. Quando existe umidade excessiva no corretivo, os grãos acabam se juntando e formando aglomerados maiores que podem obstruir parcialmente ou totalmente a saída pelo equipamento.

A velocidade de aplicação também é um dos fatores que influencia diretamente na deposição do calcário. Quando a velocidade de aplicação é maior, conseqüentemente, a velocidade de giro do sistema de movimentação também aumenta. Com o eixo interno girando mais rápido, a saída do produto torna-se maior visto que, o mesmo permanece em constante movimento sobre os orifícios de saída da máquina.

O terreno onde foi aplicado o corretivo também afeta na taxa de deposição, da mesma forma que a velocidade aumenta a rotação do sistema de movimentação. Terrenos mais acidentados, com a presença de buracos e pedras, fazem com que o corretivo tenha uma movimentação maior no reservatório e não fique estático próximo do eixo interno.

6 CONCLUSÃO

No presente trabalho foi realizado o reprojeto de um distribuidor de corretivo agrícola que possui um princípio de funcionamento de queda livre, para que o mesmo possa ser utilizado em cultivos frutícolas, no caso a produção de uvas no sistema de condução latada.

Primeiramente, foi necessário fazer um estudo, sobre os tipos de máquinas usuais para este tipo de aplicação. Por meio deste estudo foi possível compreender o funcionamento dos diferentes tipos de máquinas comerciais existentes. Com o entendimento do funcionamento e das particularidades de cada tipo de implemento, foi possível compará-los e verificar qual seria o mais indicado para este projeto com capacidade de atender aos requisitos mínimos necessários para a sua aplicação.

Levando em consideração que os distribuidores a lanço, centrífugos e pendulares, possuem uma perda de produto por meio do carregamento do vento de partículas pequenas, o implemento que melhor se adequaria para este tipo de aplicação é o distribuidor gravitacional, visto que este não possui esta perda por deriva.

Para o reprojeto do implemento vários parâmetros foram avaliados e considerados, como por exemplo o espaçamento da cultura e as especificações técnicas do trator o qual seria utilizado para a movimentação e tracionamento do novo implemento. Com desenhos em software e cálculos para o redimensionamento do implemento, um protótipo inicial foi construído de forma satisfatória.

A montagem do equipamento foi baseada nos desenhos e cálculos desenvolvidos visando sempre seguir as especificações do projeto. Toda a fabricação ocorreu visando sempre a segurança e seguindo o projeto, de forma que o protótipo pudesse estar em total conformidade com o que foi projetado.

Os testes realizados para o modelo construído mostraram uma deposição máxima de 700 g/m² de calcário em pó. Ressalta-se que nesse princípio de distribuição, a umidade do material tem influência direta sobre o fluxo de saída do produto. Em relação à largura máxima de aplicação os valores se mantiveram compatíveis com a largura total do implemento. Os valores obtidos através das análises de solo também se mostraram satisfatórios visto que a aplicação do calcário ocorreu sem grandes perdas de produto. Alternativamente, o protótipo construído permite a aplicação de corretivos agrícolas em culturas permanentes com boa simetria de deposição, sem variações de largura e com facilidade no controle de saída do material.

Devido à ausência de um meio de se medir a quantidade de umidade presente no calcário, foi observado uma variação maior na quantidade depositada em solo quando em menores aberturas do sistema de regulagem. Tal fato pode ser utilizado para futuros estudos, visando uma aplicação cada vez mais homogênea e de forma mais correta. Outro ponto ao qual pode-se realizar um novo trabalho, é referente à automatização do implemento, uma vez que se seja acoplado um motor hidráulico no eixo de movimentação, seria possível diminuir o comprimento total do equipamento, visto que o mesmo não necessitaria mais das rodas de sustentação e movimento. Também é possível controlar a velocidade de rotação do motor hidráulico, podendo-se variar a taxa de deposição com a variação da velocidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRACAL- Associação Brasileira dos Produtores de Calcário Agrícola. Calcário Agrícola Brasil - Consumo Aparente 1992 a 2015 e Produção por estado 1987 a 2015. Disponível em: <http://www.abracal.com.br/arquivos/documentos/Calc%C3%A1rio%20Agr%C3%ADcola%20Brasil%20Consumo%20Aparente%201992%20a%202015%20e%20Produ%C3%A7%C3%A3o%20por%20Estado%201987%20a%202015.pdf>. Acesso em: 2 Out 2022.

AGRITECH. **Linha de tratores**. 25 abr. 2012. Disponível em: htt://admin.agritech.ind.br/sites/default/files/Trator%201145%20-%201155_2.pdf. Acesso em: 10 abr. 2023.

ALBUQUERQUE, T.C.S. de. **Absorção de macronutrientes pelas cultivares de videira Thompson Seedless e Italia sob efeito de diferentes retardadores de crescimento e porta-enxertos**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1998. 69p. Tese de Doutorado.

ALCARDE, J.C. Corretivos da acidez dos solos: Características e interpretações técnicas. ANDA- Agencia Nacional para Difusão de Adubos- **Boletim Técnico n.6**. Campinas, 3.ed. 21p. 2005.

ALMEIDA, ROBSON ANDREI SANCHES DE. **INFLUÊNCIA DA UMIDADE DE DOIS CALCÁRIOS SOBRE A DISTRIBUIÇÃO A LANÇO COM EQUIPAMENTO CENTRÍFUGO**. Orientador: Flávio Gurgacz. 2018. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná,, Cascavel, 2018. Disponível em: https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/3955/5/Robson_Almeida__2018.pdf. Acesso em: 27 set. 2022.

BEER, Ferdinand P.; DEWOLF, John T.; JR., E. Russel J.; et al. **Estática e Mecânica dos Materiais: Grupo A**, 2013. *E-book*. ISBN 9788580551655. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788580551655/>. Acesso em: 27 abr. 2023.

BERNACKI, H.; KANAFOJSKI, C. Agricultural machines, theory and constructions. Poland: USDA/NSF, 1972. V.1, chapt.12, p.883.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria do Trabalho. **Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)**. 2018. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/rais/estatisticas.htm>>. Acesso em: 13 set. 2022.

CAIRES, Eduardo Fávero; JORIS, Helio Antonio Wood. Uso de Corretivos Granulados na Agricultura . **Informações Agronomicas**, IPNI, ed. 154, ano 2016, p. 17-21, 26 jun. 2016. Semestral. Disponível em: [http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/AFC5E096A1D1AABF83257FE7004DB5A9/\\$FILE/Page17-21-154.pdf](http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/AFC5E096A1D1AABF83257FE7004DB5A9/$FILE/Page17-21-154.pdf). Acesso em: 17 ago. 2022.

CERELLO. **Correntes e engrenagens industriais**. 14 fev. 2020. Disponível em: <https://www.cerello.ind.br/simples>. Acesso em: 8 mar. 2023.

CERETTA, Carlos Alberto. Diagnóstico da acidez e recomendação da calagem. *In*: SOLO, Comissão de Química e fertilidade do. (Org.). **Manual de Adubação e Calagem**: Para os

Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 11 ed. Porto Alegre: Gráfica e Editora Pallotti, 2016. p. 65-87.

DAVIS, J. H.; GOLDBERG, R. A. **A concept of agribusiness**. Boston: Harvard University, 1957.

DECHEN, A.R. **Acúmulo de nutrientes pela videira (*Vitis labrusca* L. x *Vitis vinifera* L.) cv. 'Niagara Rosada', durante um ciclo vegetativo**. Piracicaba: USP-ESALQ, 1979. 133 p. Dissertação Mestrado.

DUARTE, Cássio da Costa. **Redimensionamento de distribuidor pendular para grandes vazões de calcário**. Orientador: José Paulo Molin. 2019. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA . **EMBRAPA**. Sistema de Produção - Cultivo da Videira. [S.l.]. EMBRAPA , 2010. Elaborado por Davi José Silva Clementino Marcos Batista de Faria Teresinha Costa Silveira de Albuquerque. Disponível em: http://www.cpsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spuva/nutricao.html. Acesso em: 14 ago. 2022.

FEE. **FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA**. RS em números - 2017. [S.l.]. FEE, 2017. Disponível em: <https://arquivofee.rs.gov.br/wp-content/uploads/2017/09/20170918rs-em-numeros-2017.pdf>. Acesso em: 10 set. 2022.

FEIX, R. D.; LEUSIN JÚNIOR, S. **Painel do agronegócio no Rio Grande do Sul — 2019**. Porto Alegre: SEPLAG, DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA, 2019.

FRM INDUSTRIA DE MANCAIS. **FRM Industria de mancais**. Curitiba: FRM, 2014. Disponível em: <http://www.frm.ind.br/FRMCatalogo024.pdf>. Acesso em: 1 mai. 2023.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA SIEGFRIED EMANUEL HEUSER. **PIB Municipal**. Porto Alegre, 2016. Disponível em: < <http://www.fee.rs.gov.br/indicadores/pib-rs/municipal/seriehistorica/> >. Acesso em: 12 set. 2022.

GADANHA JUNIOR, C. D.; MOLIN, J. P.; COELHO, J. L. D.; YANH, C. H.; TOMIMORI, S. M. A. W. **Máquinas e implementos agrícolas do Brasil**, São Paulo: Instituto de Pesquisas tecnológicas do Estado de São Paulo, 1991. 469p.

GANASCINI, D., et al. Avaliação transversal da faixa de distribuição de calcário em equipamentos a lança com taxa variável. In.: **II Encontro Anual de Iniciação Científica Tecnológica e Inovação-EIACITI** Ciências Agrárias: Engenharia Agrícola. 2016a.

GASQUES, J. G. e VILLA VERDE, C. M. Crescimento da agricultura brasileira e política agrícola nos anos oitenta. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, v.37, n.1, p.183-204, 1990.

GIOVANNINI, E. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. Porto Alegre: Renascença, 1999. 364p. il.

HACHUY, L. Desempenho de uma distribuidora a lança com dois tipos de produtos aplicados com diferentes posições de aletas nos discos. 2008. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista (UNESP)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: . Acesso em: 11 set. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Industrial Mensal de Produção Física**: pesos dos produtos na indústria geral, seções e atividades: regional. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/industria/pimpf/regional/tabela_3.xls. Acesso em 13 set. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produto Interno Bruto dos Municípios**. Rio de Janeiro, 2018a. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-internobruto-dos-municipios.html?t=downloads>>

LAZZARI, M. R. **Economia gaúcha dependente da agropecuária. Carta de Conjuntura FEE**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 1, 2012. Disponível em: . Acesso em: 12 set. 2022.

MÁRQUEZ, L. Maquinaria para la preparación del suelo, la implantación de los cultivos y la fertilización. Madrid: Blake y Helsey, 2001. 496p.

MEPEL. **MEPEL Máquinas e Equipamentos**. Estação: Mepel, 2010. Disponível em: <https://mepel.ind.br/produto/distribuidor-de-calcario-tipo-cocho/>. Acesso em: 14 out. 2022.

MIALHE, L. G. **Máquinas Agrícolas: Ensaio & Certificação**. Piracicaba, São Paulo: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. 722p.

MIALHE, L. G. **Máquinas motoras na agricultura**. Vol. II. São Paulo. EDUSP, 1980, 337p.

MIELNICZUK, J. & ANGHINONI, I. Avaliação da utilização das recomendações de adubo e calcário dos laboratórios oficiais de análise de solos. Trigo e Soja. Boletim Técnico da Fecotriga, 15:36, 1976.

MOHR, W. Influência da acidez sobre a fertilidade dos solos. s.n.t. (Trabalho apresentado no I Congresso Nacional de Conservação dos Solos, Campinas, 1960). 25p. 1960.

MOLIN, J.P. Agricultura de Precisão. In: BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Agricultura de Precisão**: boletim técnico. 2. ed. Brasília: Binagri, p.5-27. 2011.

MOLIN, J.P.; MACHADO, T. M.; MAGALHAES, R. P.; FAULIN, G. D. C. Segregação de fertilizantes aplicados a lanço. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v29, p. 614-622, 2009.

MOLIN, J.P.; MENEGATTI, L.A.A. Desempenho de distribuidora a lanço com doses variáveis de uréia. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p.290-299, 2003.

MOLIN, J.P.; RUIZ, E.R.S. Validação de métodos simplificados de determinação da largura efetiva para distribuidores de fertilizantes e corretivos. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28, 1999, Pelotas. **Anais...**, Pelotas: SBEA, 1999a. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, Daniele Lima de. **Os Impactos do Crescimento Populacional Sobre a Produção Agrícola de Alimentos e Demanda dos Fatores Primários de Produção: Uma Abordagem de Blocos Econômicos**. Orientador: Fernando Salgueiro

Perobelli. 2017. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF Notícias, 2017. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/noticias/2017/07/13/pesquisa-relaciona-crescimento-populacional-e-producao-agricola-de-alimentos/>. Acesso em: 10 ago. 2022.

ORTIZ-CAÑAVATE, J. Las Máquinas Agrícolas y su Aplicación. 6.ed. Madrid: Mundi Prensa, 528p. 2003.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O. Características de corretivos agrícolas. Embrapa Pecuária Sudeste. **Documentos 37** ISSN 1518-4757, 25p. 2004.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão. Departamento de Planejamento Governamental. Porto Alegre, 2019d. Disponível em: <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/inicial>>. Acesso em 12 set. 2022.

RONQUIM, C.C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Embrapa Monitoramento por Satélite. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 8** ISSN 1806-3322. Campinas, 26p. 2010.

SAMPAIO, João Alves; ALMEIDA, Salvador Luiz Matos de. Calcário e Dolomito. In: ROCHAS e Minerais Industriais. [S. l.]: CETEM, 2005. cap. 15, p. 327-350. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1051/1/15.CALCARIO%20e%20DOLOMITA.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2022.

SHIGLEY, Joseph Edward; MISCHKE, Charles R.; BUDYNAS, Richard Gordon. Projeto de engenharia mecânica. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 960 p.

SILVEIRA, G.M.; **Máquinas Para Plantio e Condução das Culturas**. Viçosa-MG. Editora Aprenda Fácil, 336 p. 2001.

STARA S/A – INDÚSTRIA DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS. Manual de instruções e catálogos e peças. Distribuidor Hércules 7000 inox. Não-Me-Toque – RS, 2010. 43 p.

TECCHIO, M.A. Levantamento nutricional e diagnóstico agrônomo da videira ‘Niagara Rosada’ em Jundiá e Louveira-SP. 2005. 109 f. Tese (Doutorado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

Tenax. Tenax aços especiais. **Aços para construção mecânica**. Rio de Janeiro: Tenax, 2014. Disponível em: https://www.tenax.com.br/tenax/wp-content/themes/rocco/pdfs/acos-para-construcao-mecanica/Catalogo_Construcao_Mecanica.pdf. Acesso em: 3 abr.2023.

ANEXOS

ANEXO A


RELATÓRIO DE ENSAIO QUÍMICO DE SOLO
 Página 1 - 2

 LABORATÓRIO CIÊNCIA DO SOLO LTDA
 Rua Itália, 228, Centro
 São João da Urugua - RS - 99.855-000
 Fone: (54) 3532-1343
 E-mail: laboratoriosolosul@gmail.com
 Site: www.laboratoriosolosul.com.br

Proprietário / Produtor	NESTOR TONELLO - 337.564.730-15	
Registro	4562 / 2022 . 1	Código de cadastro do SINAS: 100 - 2EA72810F2E
Data de registro	23/06/2022	
Município - UF	Nova Pádua - RS	
Localidade	TRAVESSÃO DIVISA	
Remetente	AGROPRO - 21.487.405/0001-76	Amostragem de responsabilidade do cliente.

REFERÊNCIA DA AMOSTRA						
Número	Cultura	Profundidade		Referência	Latitude	Longitude
4562	VIDEIRA	0 cm	20 cm	PARREIRAL NOVO	Não informado	Não informado
DADOS ESCRITURAIS DA AMOSTRA						
Matrícula	0	Lote rural	Não informado		Área HA	1,2

ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO DE ALTA PRECISÃO

	ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO DE ALTA PRECISÃO																		
	TAMPÃO 7			ÁGUA			OXIDAÇÃO			MEHLICH I									
UNIDADE	-			%			MG/L			CMOLC(C)/L		MG/DM3							
Muito alto																			
Alto																			
Bom																			
Baixo																			
Muito baixo																			
RESULTADO	5,5	5,3	1,4	21,3	50	4,3	1,9	0,5	5,6	54,61	12	0,47	8,27	2,73					
ELEMENTO	SMP	Ph	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Mn	Cu	B	S	Zn					
GRAFICO DE INTERPRETAÇÃO CONFORME A METODOLOGIA ABAIXO DESCRITA, CONSULTA UM AGRÔNOMO PARA OBTER A RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO																			

39	4	22,12	46,5	88,21	24,15	69,8	79	11,93	6,83	7,32	53,05	7,9	36,05	15,93	1,07	2,26	33,63	14,86	50,36	14,46
ARG	Na	COT	P Rem	P Rel	P NiCr	P Total	P LCA	CTC T	CTC E	SB M%	SB V%	Al Sat	Ca Sat	Mg Sat	K Sat	Ca / Mg	Ca / K	Mg / K	Zn NiCr	S NiCr
NiCr: Nível Crítico / Rem: Remanescente / Rel: Relativo / LCA: Limite Crítico Ambiental / COT: Carbono Orgânico Total / SB: Saturação Bases / CTC: Capacidade Troca de Cátions Total e Eletiva / ARG: Argila / Sat: Saturação																				

EFICIÊNCIA DO FERTILIZANTE NO SOLO ANALISADO						DESPERDÍCIO DO FERTILIZANTE
NITROGÊNIO	FÓSFORO	POTÁSSIO	CÁLCIO	MAGNÉSIO	ENXOFRE	TOTAL DE PERDA
68 %	57 %	72 %	47 %	46 %	70 %	24,94 %

Laboratório Aprovado pelo PAQLF - Programa de Análise de Qualidade em Laboratórios de Fertilidade da EMBRAPA SOLOS
 Os resultados contidos nesse documento tem significação restrita e se aplicam somente as amostras analisadas, contra provas permaneceram a disposição do cliente por 30 dias. A data dos ensaios é a mesma da data da emissão do laudo que consta ao final dos laudos. Esse relatório não pode ser reproduzido sem a aprovação do laboratório exceto se for reprodução na íntegra.
 Metodologia: Tedesco M J et Al. Análise de solos, plantas e outros materiais. Boletim técnico nº 05, ed rev e ampl. Porto Alegre - Departamento de Solos UFRGS, 1995, 174p.
 Para conferir a autenticidade do laudo deve-se fazer a leitura do QR-CODE na parte inferior dos laudos.


 RESPONSÁVEL TÉCNICO ANÁLISES
 LUCIANO BRUNETTO
 REGISTRO: 00049803018

DATA DE EMISSÃO DO RELATÓRIO: 29/06/2022 17:30:10

**IDENTIFICAÇÃO DO PROPRIETÁRIO**

NOME: NESTOR TONELLO
CPF: 337.564.730-15
LOCALIDADE: TRAVESSÃO DIVISA
CIDADE: NOVA PÁDUA/RS
CULTURA: UVA

TRATOS CULTURAIS PRÉ-PLANTIO

A calagem deve ser feita no mínimo três meses antes do plantio das mudas.
O calcário dolomítico deve ser incorporado ao solo.

CALAGEM/HA

7 TON DE CALCÁRIO DOLOMÍTICO

ADUBAÇÃO

30 SC ADUBO ORGANICO (40 KG)

7 SC ADUBO 04-14-08 (50 KG) OU 4 SC ADUBO 04-24-12 (50 KG)

1 SC BORAX (25 KG)

TRATOS CULTURAIS PÓS- PLANTIO**COBERTURA NO GRÃO CHUMBINHO**

4 SC – CLORETO DE POTÁSSIO

FLORES DA CUNHA/RS, 30/06/2022.

Ethiane Sonda Pelissari
Engenheira Agrônoma
CREA-RS 251355

APÊNDICE B



APÊNDICE C

VALORES DE TESTE PARA ABERTURA 100%

Passada	Valor da massa (g)	Percentual de variação (%)
1	673	-0,178
2	660	-2,106
3	668	-0,919
4	650	-3,589
5	685	+1,602
6	700	+3,827
7	690	+2,344
8	684	+1,454
9	670	-0,623
10	662	-1,809
Média	674,2	0,003

VALORES DE TESTE PARA ABERTURA 50%

Passada	Valor da massa (g)	Percentual de variação (%)
1	315	+2,534
2	322	+4,817
3	310	+0,911
4	302	-1,693
5	306	-0,391
6	298	-2,995
7	325	+5,794
8	318	+3,51
9	290	-5,599
10	286	-6,901
Média	307,2	-0,013

ANEXO D


**CIÊNCIA
DO SOLO**
RELATÓRIO DE ENSAIO QUÍMICO DE SOLO
 Página 1 - 2

 LABORATÓRIO CIÊNCIA DO SOLO LTDA
 Rua Itália, 228, Centro
 São João da Urugua - RS - 99.855-000
 Fone: (54) 3532-1343
 E-mail: laboratoriosolosul@gmail.com
 Site: www.laboratoriosolosul.com.br

Proprietário / Produtor	TIAGO TONELLO - 022.279.030-07 - IE: 3811012764	
Registro	6338 / 2023 - 1	Código de cadastro do SINAS: 100 - C9AE3B60FFC
Data de registro	31/05/2023	
Município - UF	Nova Pádua - RS	
Localidade	TRAVESSÃO DIVISA	
Remetente	AGROPRO - 21.487.405/0001-76	Amostragem de responsabilidade do cliente.

REFERÊNCIA DA AMOSTRA

Numero	Cultura	Profundidade		Referência	Latitude	Longitude
6338	VEIDEIRA	0 cm	20 cm	BORDÔ	Não informado	Não informado

DADOS ESCRITURAIIS DA AMOSTRA

Matricula	0	Lote rural	Não informado	Área HA	1
-----------	---	------------	---------------	---------	---

ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO DE ALTA PRECISÃO

	ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO DE ALTA PRECISÃO													
	TAMPÃO 7			ÁGUA			OXIDAÇÃO			MEHLICH 1				
ELEMENTO	SMP	Ph	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	Mn	Cu	B	S	Zn
UNIDADE	--	--	%	MG/L			CMOL(C)/L				MG/DM3			
Muito alto														
Alto														
Bom														
Baixo														
Muito baixo														
RESULTADO	6,3	6,1	2,3	4,8	68	4,2	1,8	0	2,7	40,74	11,67	0,22	9,02	3,28

GRÁFICO DE INTERPRETAÇÃO CONFORME A METODOLOGIA ABAIXO DESCRITA. CONSULTAR UM AGRÔNOMO PARA OBTER A RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO

50	8	36,34	20,1	40,69	11,8	24,9	90	8,87	6,17	0	69,57	0	47,33	20,28	1,96	2,33	24,15	10,35	9,87	7,06
ARG	Na	COT	P	P	P	P	CTC T	CTC E	SB	SB	Al	Ca	Mg	K Sat	Ca / Mg	Ca / K	Mg / K	Zn	S	NiCr
	Rem	Rel	Rel	Rel	Total	LCA			M%	V%	Sat	Sat	Sat					NiCr	S	NiCr

NiCr: Nível Crítico / Rem: Remanescente / Rel: Relativo / LCA: Limite Crítico Ambiental / COT: Carbono Orgânico Total / SB: Saturação Bases / CTC: Capacidade Troca de Cátions Total e Eletiva / ARG: Argila / Sat: Saturação

EFICIÊNCIA DO FERTILIZANTE NO SOLO ANALISADO

NITROGÊNIO	FÓSFORO	POTÁSSIO	CÁLCIO	MAGNÉSIO	ENXOFRE	TOTAL DE PERDA
100 %	89 %	91 %	70 %	72 %	100 %	25,78 %

Laboratório Reconhecido na NBR ISO/IEC 17025:2017 pela Rede Metrologica RS (Ca - Mg - pH - MO - P - K - Al) Certificado Nº 30501 Validade Setembro 2023

Laboratório Aprovado pelo PAQLF - Programa de Análise de Qualidade em Laboratórios de Fertilidade da EMBRAPA SOLOS parâmetros FERTILIDADE

Os resultados contidos nesse documento têm significação restrita e se aplicam somente as amostras analisadas, contra provas permaneceram a disposição do cliente por 30 dias. A data dos ensaios é a mesma da data da emissão do laudo que consta ao final dos laudos. Esse relatório não pode ser reproduzido sem a aprovação do laboratório exceto se for reproduzido na íntegra. Metodologia: Tedesco M.J et Al. Análise de solos, plantas e outros materiais. Boletim técnico nº 05, ed rev e ampl. Porto Alegre - Departamento de Solos UFRGS, 1995, 174p. Para conferir a autenticidade do laudo deve-se fazer a leitura do QR-CODE na parte inferior dos laudos.


 RESPONSÁVEL TÉCNICO ANÁLISES
 LUCIANO BRUNETTO
 REGISTRO: 00049803018

DATA DE EMISSÃO DO RELATÓRIO: 07/06/2023 15:35:19

IDENTIFICAÇÃO DO PROPRIETÁRIO

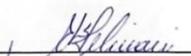
NOME: Tiago Tonello
CPF: 022.279.030-07
LOCALIDADE: Travessão Divisa
CIDADE: Nova Pádua/RS
CULTURA: Uva – Variedade Bordô
ANÁLISE: 6338/2023

RECOMENDAÇÃO

CALAGEM/HA
2 TON DE CALCÁRIO DOLOMÍTICO PRNT 90%

ADUBAÇÃO
50 SC ADUBO ORGÂNICO (40 KG)
APLICAÇÃO DEVE SER PARCELADA (25/25) SENDO UMA PARTE NA BROTAÇÃO E OUTRA NO GRÃO CHUMBINHO
15 SC ADUBO 04-14-08 (50 KG) OU 8 SC ADUBO 04-24-12 (50 KG)
APLICAÇÃO DEVE SER REALIZADA NO PERÍODO HIBERNAL ENTRE JULHO E AGOSTO (DEPOIS DA PODA)
2 SC BORAX (25 KG)

Flores da Cunha/RS, 13 de Junho de 2023.


Etchiane Sonda Pelissari
Engenheira Agrônoma
CREA-RS 251355