

# EQUIPE X

JORNAL MENSAL DA CONSULTORIA EQUIPE X

JUNHO, 2022, EDIÇÃO 1

## SECADORES EM LEITO FIXO

O secador do tipo leito de jorro foi criado no ano de 1954 por Gishler e Mathur, o qual inicialmente foi projetado para a secagem de grãos de trigo em um processo que permite a aplicação de maiores quantidades de calor sem a ocorrência de perda de qualidade do material.

## SECAGEM

A secagem está entre os procedimentos mais utilizados na indústria química, farmacêutica e de alimentos. Uma das técnicas para a realização da secagem é através do processo denominado leito de jorro.

## PARÂMETROS DA SECAGEM

A vantagem de se utilizar secadores em leito de jorro é por conta da sua elevada temperatura entre o ar e o leito quando compara-se a secadores convencionais, na qual sua alta temperatura não danifica os grãos por conta de seu baixo tempo de residência no equipamento.

### LEITURAS DESTA EDIÇÃO:

2- CARACTERÍSTICAS DO LEITO DE JORRO;

3- GRÃOS DA SOJA (ORIGEM E CARACTERÍSTICAS);

4- GEOMETRIA DO GRÃO (DIAGRAMA DE GELDART E A CLASSIFICAÇÃO);

5- SECAGEM EM LEITO DE JORRO (ESTUDO E A CARACTERIZAÇÃO DA SOJA);

6- FLUIDODINÂMICA (ENSAIO DO BRANCO);

7- FLUIDODINÂMICA DAS PARTÍCULAS (EXPERIMENTAL E A LITERATURA).



Editoras: Diulen Vargas, Gabriela  
Guimaraes, Juliana Bertoi  
VOLUME 1  
Cidade: Bagé-RS  
CONSULTORIA EQUIPE X  
JUNHO, 2022.

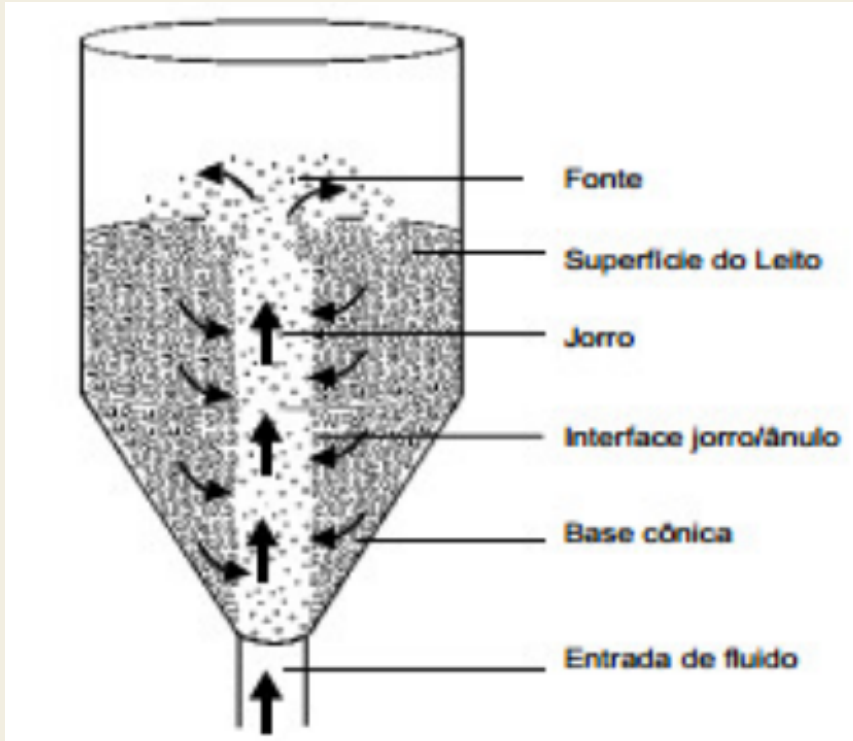


Imagem 1: Funcionamento de um leito de jorro.

## CARACTERÍSTICAS DO LEITO DE JORRO



Imagem 2: Equipamento experimental leito de jorro

Sua utilização por movimento cíclico dos sólidos produz uma rápida mistura dos sólidos no leito, promove um eficiente contato fluido-partícula, com elevadas taxas de transferência de calor e massa.

Considera-se leito de jorro um recipiente aberto no topo cheio com partículas de tamanho relativamente grande.

O fluido é injetado verticalmente por uma abertura central na base. Se a taxa de vazão do fluido for suficientemente alta, causará um fluxo de partículas subindo rapidamente pela concavidade central do leito.

Estas partículas, depois de atingirem um certo nível do leito, voltam a região anular, localizada entre o centro côncavo e a parede da coluna, onde caem lentamente para baixo, até certo ponto, onde retomam ao fluxo central estabelecendo assim um movimento cíclico e sistemático de partículas, dando origem a um sistema hidrodinâmico único que é mais adequado para certas aplicações do que configurações sólido-fluido mais convencionais.

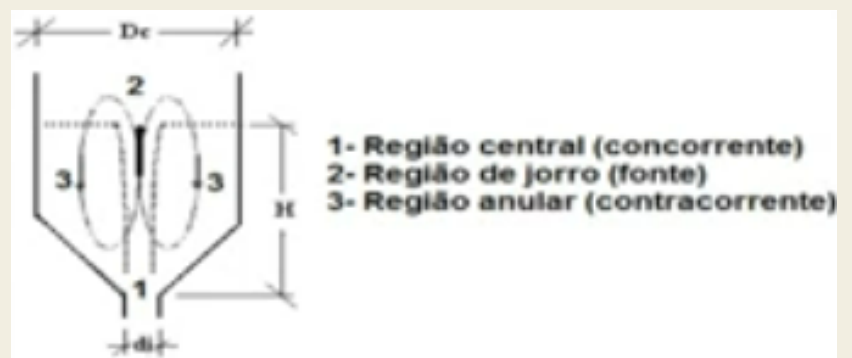


Imagem 3: Regiões do leito de jorro

# GRÃOS DA SOJA

---

## Origem da Soja

Originária do leste Asiático, a soja foi descoberta entre o período de 2883 e 2838 AC, onde naquela época era considerada um grão sagrado juntamente com outros grãos como o trigo, arroz, cevada e milho. No Brasil, os grãos de soja despertaram interesse na década de 60 e em 1966 a soja começou a ser produzida e comercializada.

## Características dos grãos

Denominada como *Glycine max L.*, a soja é considerada uma leguminosa pertencente a família Fabaceae, assim como a lentilha, o feijão e a ervilha. A geometria de seus grãos se assemelha a um esferoide, de coloração em tons amarelados quando estão próximos ao período da colheita.

A maturação da soja ocorre quando o grão tem umidade entre 45 e 50%, porém a colheita é realizada quando a umidade atinge entre 14 e 20%. Para a armazenagem um longo período, os grãos necessitam de uma secagem até que possuam um teor de umidade de 11%.



A composição dos grãos é rica em proteínas, carboidratos e lipídeos, possuindo diversos benefícios a saúde humana reduzindo do colesterol LDL, auxiliando na saúde óssea, prevenindo o surgimento de câncer, protegendo o coração, etc.

---

# GEOMETRIA DO GRÃO

Características do grão da soja

Junho de 2022 | Edição nº 4

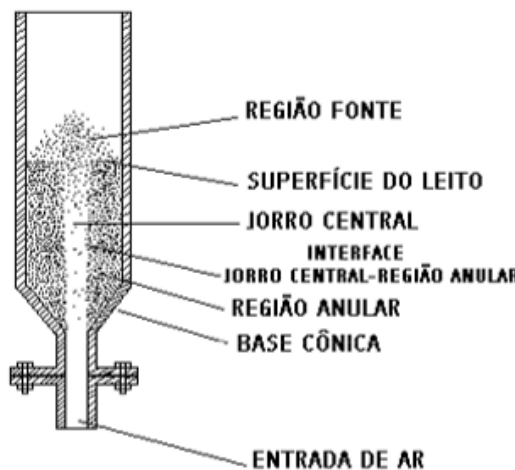


Imagem 4: Leito de Jorro cilíndrico

## A GEOMETRIA DO LEITO E O IMPACTO NA SECAGEM

Segundo um estudo realizado por Dutra (1984) a base cônica do leito de jorro favorece o movimento circulatório das partículas reduzindo o acúmulo de partículas em zonas não jorráveis.

## DIAGRAMA DE GELDART, A METODOLOGIA DE CLASSIFICAÇÃO

O diagrama de Geldart foi um método proposto no ano de 1973 afim de classificar qualitativamente as partículas de acordo com a sua densidade e diâmetro para determinar o regime de Jorro adequado. No caso da soja, sua classificação entra na categoria D, devido a sua geometria, partículas grandes (tipicamente maiores de 1mm); com facilidade de formação de jorros para leitos profundos. Exemplos deste tipo seriam grãos de milho ou da própria soja.

mesmo areia para dp maior de 1mm

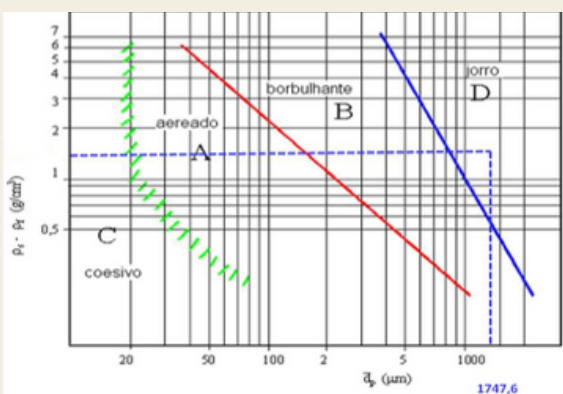


Imagem 5: Diagrama para classificação de sementes

## CLASSIFICAÇÃO DOS GRÃOS

- Grupo C: Coesivas,  $d_p < 20 \mu\text{m}$ ;
- Grupo A: Aeradas,  $20 \mu\text{m} < d_p < 100 \mu\text{m}$
- Grupo B: Borbulhantes,  $40 \mu\text{m} < d_p < 500 \mu\text{m}$
- Grupo D: Jorráveis,  $d_p > 600 \mu\text{m}$

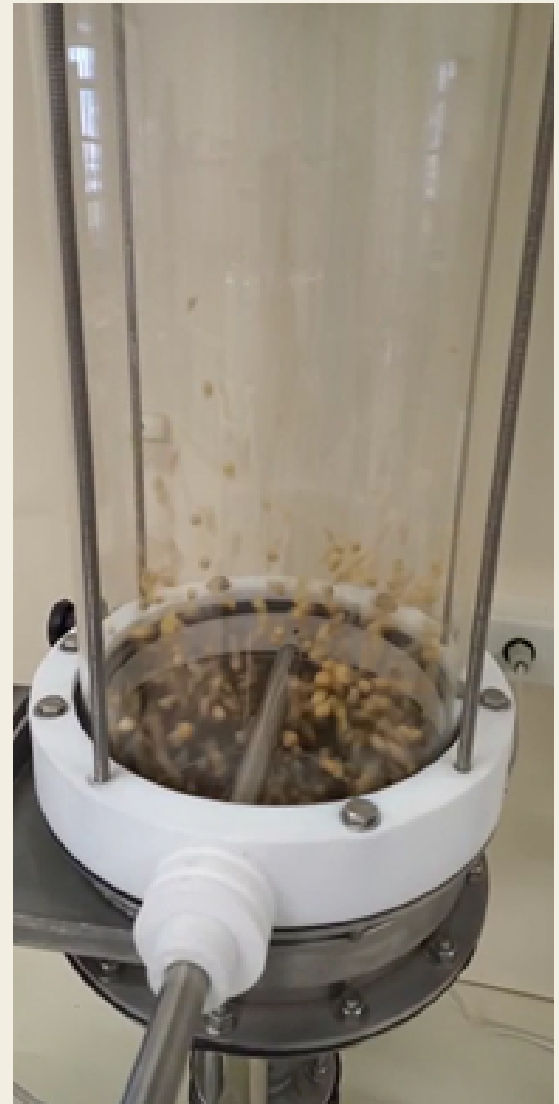


# SECAGEM EM LEITO DE JORRO

Junho de 2022 | Edição nº 4

## O estudo

Um grupo de consultoria constituído por três engenheiras químicas formadas na Universidade Federal do Pampa, realizou um estudo de secagem da soja em leito de jorro, com objetivo de caracterizar a soja, avaliar a fluidodinâmica das partículas em leito de jorro e determinar os parâmetros velocidade de jorro mínimo, máxima queda de pressão e queda de pressão de jorro estável, avaliar a cinética de secagem da soja através das curvas de secagem, além de ajustar os dados da cinética utilizando modelos matemáticos e monitorando os as temperaturas de saída do secador. Segundo a consultoria EQUIPE X assim intituladas, os resultados obtidos foram satisfatórios e de grande importância para preservação dos grãos.



## Caracterização da Soja

$\rho$ bulk (g/cm <sup>3</sup> )	$\epsilon$	$\rho$ real (g/cm <sup>3</sup> )	deq (mm)	$\Phi$	dpS (mm)
0,491	0,614	1,271	15,593	0,952	6,421

Tabela 1: dados obtidos no estudo.



# FLUIDODINÂMICA

## ENSAIO DO BRANCO

Junho de 2022 | Edição nº 4

O teste em branco foi realizado no início do ensaio fluidodinâmico utilizando apenas o fluido gasoso, sem a presença das partículas. Através dele, verificou-se a perda de carga no equipamento e observou-se a queda de pressão na tela que daria o suporte as partículas e também nas paredes do leito. Através da curva obteve-se parâmetros de ajuste necessários para prosseguir com o ensaio em leito de jorro.

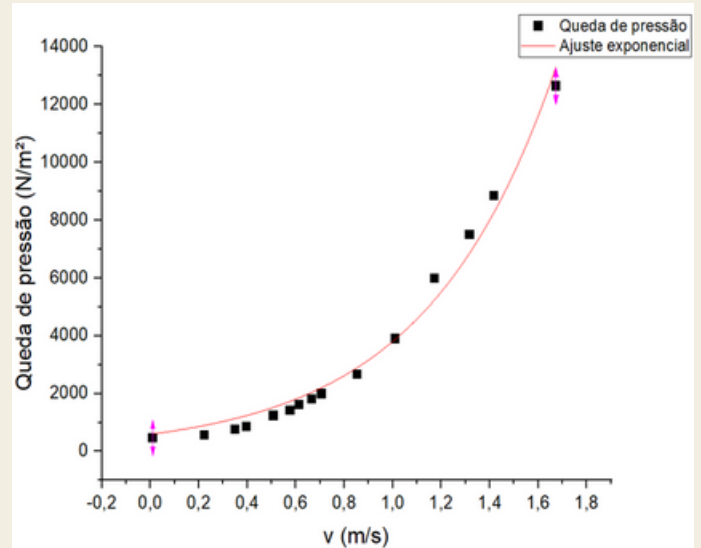


Imagem 6: Variação da pressão com o ar a  $T=80^{\circ}\text{C}$

## MECANISMO

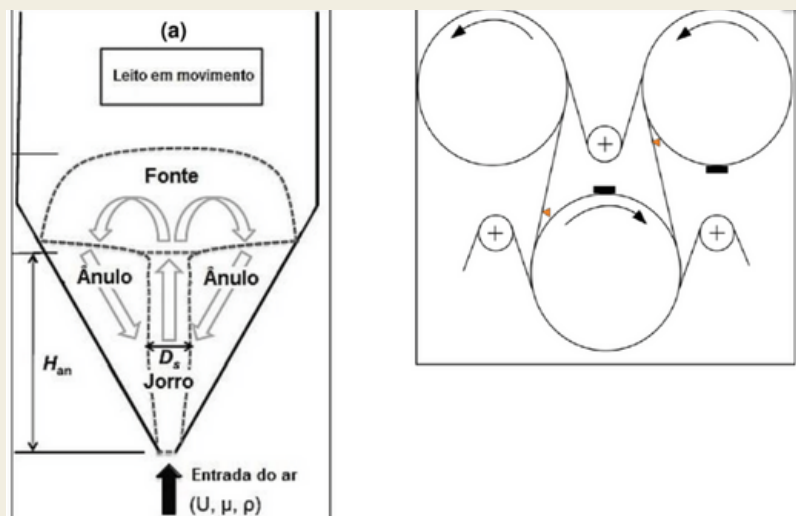


Imagem 7: Funcionamento do Leito de Jorro de base cônica

# SOJA

fluidodinâmica das partículas

JUNHO. 2022, Edição 1

## EXPERIMENTAL

Com o teste do branco realizado, foi dado o início a fluidodinâmica com as partículas de soja. A fim de obter a queda de pressão real e minimizar a queda de pressão natural do sistema de jorro, fez-se a diferença entre a experimental e os pontos obtidos da curva do branco. É possível observar a resistência da soja à passagem do ar e conseqüentemente à formação do jorro implicou nos maiores valores de queda de pressão máxima e de jorro estável. Através da curva obteve-se parâmetros como queda de pressão máxima e de jorro mínimo e também a velocidade de jorro mínimo.

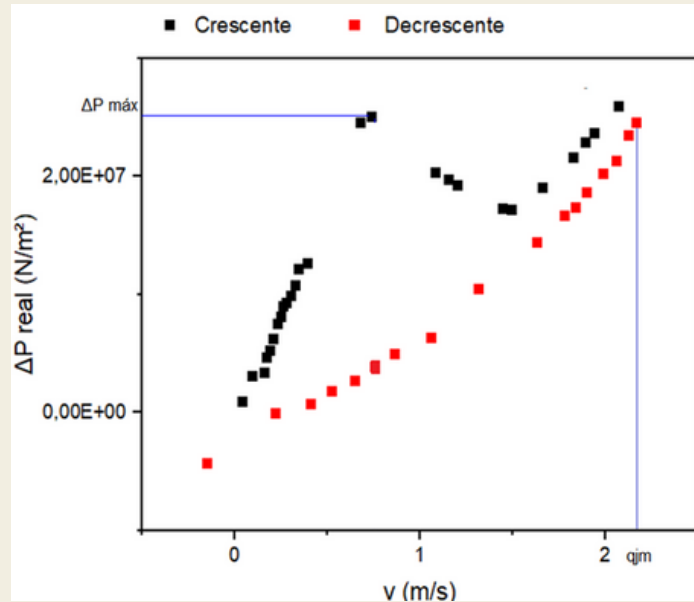


Imagem 8: Funcionamento do Leito de Jorro de base cônica

## LITERATURA

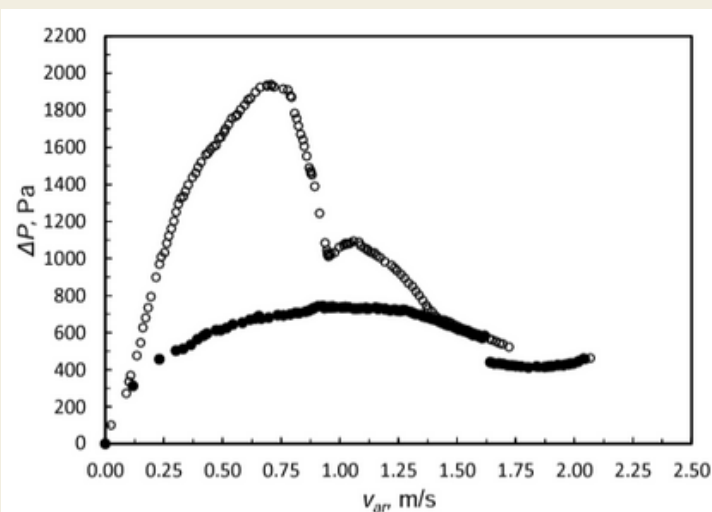


Imagem 9: Funcionamento do Leito de Jorro de base cônica

Muitos estudos sobre a fluidodinâmica em leito de jorro são realizados. Segundo Melo (2015) a curva de funcionamento do jorro em base cônica representa as curvas de ida e volta do leito e mostra como as partículas se comportam a passagem do ar. Muito embora as condições de processo se difere entre os estudos, ainda é possível observar que ambos possuem curvas semelhantes obtendo os mesmos propósitos

# ENSAIO DE SECAGEM DA SOJA

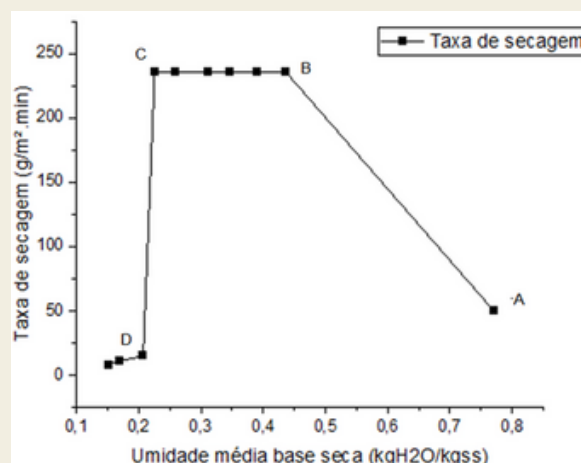
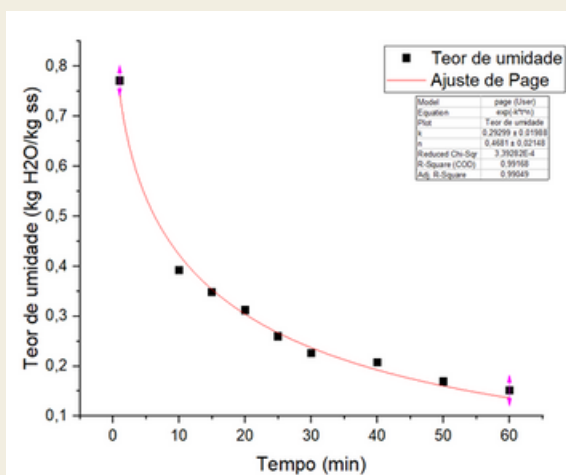
No estudo realizado pela consultoria Equipe X, foi verificado os níveis de umidade no início e final do processo de secagem, onde determinou-se os teores de umidade relativa. A umidade relativa é a quantidade de água que contém no ar relacionando a quantidade o mesmo deveria conter se estivesse saturado. Portanto durante o estudo observou-se a redução da umidade relativa.

Ensaio no início				Ensaio no final	
TBS (°C)	TBU (°C)	UR (%)	UA (kg H <sub>2</sub> O/kg ss)	TS (°C)	UR (%)
20,7	14,7	52,43	0,007958	80	2,702

Tabela 2: avaliação da umidade durante o procedimento experimental

As partículas úmidas foram submetidas a um processo de secagem em estufa de convecção forçada com temperatura de 105°C à 24hs, onde a média de das partículas em termos de umidade em base úmida e em seca foram respectivamente 20,6773% e 0,260673kgH<sub>2</sub>O/ks ss

## Curvas da cinética de secagem



As curvas típicas de cinética de secagem avaliam a umidade da soja. A curva do teor de umidade mostra uma perda muito rápida de umidade da soja no instante inicial e em seguida a umidade é retirada em um tempo maior até que atinja o equilíbrio. A curva da taxa de secagem mostra os períodos de secagem, no B a temperatura do sólido se estabiliza a uma taxa constante, BC ocorre uma secagem por evaporação de massa de líquido, no ponto CD a temperatura aumenta em uma proporção de taxa decrescente e no ponto D a evaporação acontece no interior da soja até que ocorre o equilíbrio e finalize a secagem



## ENTÃO, PORQUE A SECAGEM DE GRÃOS?

Quando colhidos, a maioria dos grãos apresenta teores de umidade superiores ao recomendado para uma armazenagem segura em silos. Porém, a manutenção desta umidade por períodos de tempo mais elevados é um dos fatores principais que aceleram o processo de deterioração. Daí a importância da secagem de grãos, que possibilita que o armazenamento de grãos em silos seja realizado para o longo prazo sem maiores problemas quanto à qualidade do produto. Oferecendo a minimização das perdas qualitativas e quantitativas dos grãos.

## PORQUE A ESCOLHA DO LEITO DE JORRO?

O leito de jorro é uma técnica simples de secagem de um secador de partículas, promovendo um contato entre partícula - fluido e partícula - ar de secagem, colocando uma granulometria muito adequada para solubilização de inúmeros produtos. Essa técnica é parecida com outro processo de secagem feito por leito fluidizado, a diferença se dá devido ao leito fluidizado ter um movimento aleatório das partículas e já no leito de jorro, o movimento das partículas é mais ordenado. Um equipamento de leito de jorro é composto por uma região central, um canal de transporte das partículas; uma região de jorro (fonte), onde as partículas secam em suspensão; e uma região anular denominada como deslizante, em que as partículas secam pelo atrito. Apresentando algumas vantagens em relação a outras técnicas, sendo um processo simples, o equipamento é barato e fácil manutenção.

## QUAL A IMPORTÂNCIA DA SOJA?

A soja pode ser considerada um dos grãos mais da agricultura no Brasil, devido as suas características fisiológicas é principalmente cultivada no verão, ganhando cada vez mais espaço na agricultura. A crescente demanda da soja, impulsionada pela versatilidade do grão, tem intensificado a produção do grão no país. Além de sua importância econômica, ela desempenha um papel essencial no Brasil, empregando milhares de pessoas ligadas direta ou indiretamente ao cultivo da soja, que contribuem para a economia local e regional, possibilitando o crescimento desenvolvimento do país

# GOSTOU DO NOSSO CONTEÚDO? TEM INTERESSE EM ASSUNTOS COMO ESSE E MUITOS OUTROS?

ENTRE EM CONTATO E ASSINE O JORNAL MENSAL DA EQUIPE X!

---

Editoras: Diulen Vargas, Gabriela Guimarães, Juliana Bertoi

**VOLUME 1**

Cidade: Bagé-RS

**CONSULTORIA EQUIPE X**

JUNHO, 2022.

E-mail: equipex@gmail.com