

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

BRUNA FRANTZ GONÇALVES

**RECOBRIMENTO DE SEMENTES DE SOJA (*Glycinemax*L.) EM LEITO DE
JORRO UTILIZANDO SUSPENSÃO DE NATUREZA POLIMÉRICA CONTENDO
EXTRATO DA FOLHA DE OLIVEIRA (*Oleaeuropaea*L.)**

Bagé

2019

BRUNA FRANTZ GONÇALVES

RECOBRIMENTO DE SEMENTES DE SOJA (*GlycinemaxL.*) EM LEITO DE JORRO UTILIZANDO SUSPENSÃO DE NATUREZA POLIMÉRICA CONTENDO EXTRATO DA FOLHA DE OLIVEIRA (*OleaeuropaeaL.*)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Química.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Gabriela Silveira da Rosa

Bagé

2019

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pela autora através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

G635r Gonçalves, Bruna Frantz

Recobrimento de sementes de soja (*Glycinemax*L.) em leite de jorro
utilizando suspensão de natureza polimérica contendo extrato da folha de
oliveira (*Oleaeuropaea*L.)/ Bruna Frantz Gonçalves.

56 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do
Pampa, ENGENHARIA QUÍMICA, 2019.

"Orientação: Gabriela Silveira da Rosa".

1. Fluidodinâmica. 2. Película. 3. Germinação. I. Título.

BRUNA FRANTZ GONÇALVES

RECOBRIMENTO DE SEMENTES DE SOJA (*Glycine max* L.) EM LEITO DE JORRO UTILIZANDO SUSPENSÃO DE NATUREZA POLIMÉRICA CONTENDO EXTRATO DA FOLHA DE OLIVEIRA (*Olea europaea* L.)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Química.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido em 18 de junho de 2019.

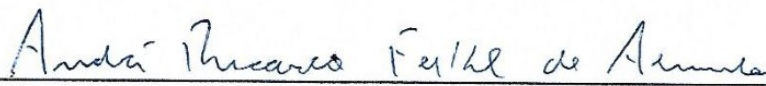
Banca examinadora:



Prof^a. Dr^a. Gabriela Silveira da Rosa

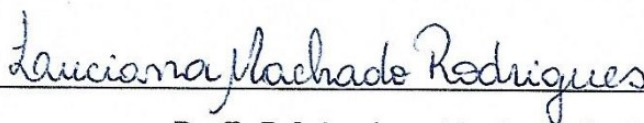
Orientadora

UNIPAMPA



Prof. Dr. André Ricardo Felkl de Almeida

UNIPAMPA



Prof^a. Dr^a. Luciana Machado Rodrigues

UNIPAMPA

AGRADECIMENTOS

A Deus, o meu muito obrigada!

Aos meus pais, Hélio e Eloisa, por toda dedicação, apoio, paciência e exemplo.

Aos demais familiares que sempre estiveram dando apoio e torcendo por mim. Em especial, aos meus avós.

Ao Camilo, meu namorado, por todo companheirismo e estímulo para que eu não desistisse da Engenharia.

À professora Gabriela, pela motivação, dedicação, ensinamentos, apoio, orientação incansável e confiança em meu trabalho!

Ao professor André, pela disponibilidade em compartilhar seus conhecimentos ao me auxiliar sobre a utilização do leito de jorro.

Aos professores da Engenharia Química da UNIPAMPA, por todos os ensinamentos.

Às minhas colegas e amigas Angélica, Fernanda, Pâmela e Rafaela, pela amizade, pelos momentos de descontração, conversas e risadas. Obrigada pelo convívio e companheirismo!

À Thamiris que disponibilizou uma amostra das folhas de oliveira.

À Maele, pelo companheirismo e ajuda nos dias que passamos no laboratório.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

A soja é um dos grãos mais produzidos mundialmente e possui uma grande variedade de aplicações. Para garantir um maior potencial produtivo, é feito o tratamento de sementes antecedendo o plantio e cultivo. Este tratamento baseia-se em um recobrimento das sementes, que evita prejuízos causados por fungos, insetos e doenças nas plântulas auxiliando também na germinação das plantas, promovendo condições mais uniformes de população para a lavoura e mantendo-a livre de patógenos. Para o tratamento de sementes de soja são utilizadas máquinas específicas para esse fim e geralmente esse processo é realizado dentro das propriedades rurais. O leito de jorro é um equipamento que pode ser empregado para essa operação, sendo o recobrimento realizado pela movimentação das partículas por uma corrente de ar ascendente sobre as quais é atomizada uma suspensão, que ocasiona uma boa adesão à partícula e uma cobertura homogênea. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo o estudo do processo de recobrimento de sementes de soja em leito de jorro utilizando suspensão de natureza polimérica com a incorporação do extrato da folha de oliveira, visando à obtenção de um produto final com elevado potencial de germinação. Para a realização deste trabalho, foram utilizadas sementes de soja da variedade DM 5958 RSF IPRO *in natura* e tratadas industrialmente. A metodologia consistiu em caracterizar física e fisiologicamente as sementes através das análises depicnometria líquida, ensaio de proveta, peneiramento, paquimetria, umidade, morfologia e germinação, elaborar formulações poliméricas para a suspensão de recobrimento propondo a incorporação de compostos que possam contribuir para a manutenção da qualidade dessas sementes, como extratos vegetais. Além disso, foi realizado o estudo da fluidodinâmica das sementes em leito de jorro, do processo de recobrimento das sementes de soja em leito de jorro e a caracterização do produto final obtido. Os resultados obtidos para a caracterização das partículas *in natura* e tratadas comercialmente em relação à massa específica real foram de 1,207 g/cm³ e 1,216 g/cm³, respectivamente. Para a massa específica aparente, obteve-se 0,681 g/cm³ para a semente *in natura* e 0,671 g/cm³ para a semente tratada. Os diâmetros apresentaram valores na faixa entre 6,45 mm e 6,68 mm, sendo que nas sementes tratadas o valor foi maior que *in natura* devido ao filme que reveste a partícula. Os resultados referentes aos ensaios de recobrimento resultaram em um crescimento de partículas de 0,79% para sementes recobertas em leito de jorro sem extrato e de 1,10% para as sementes recobertas com suspensão contendo o extrato natural de folha de oliveira. Através dos resultados morfológicos, observaram-se sementes uniformes, lisas e esféricas e que o filme de revestimento envolveu a partícula por completo. A germinação das sementes recobertas em leito de jorro foi maior que 94%, o que mostrou que o lote possui boa qualidade e que as sementes aumentaram sua qualidade após passar pelo processo de recobrimento.

Palavras-chave: Fluidodinâmica. Película. Germinação.

ABSTRACT

The soybean is one the most produced beans worldwide and has a great field of applications. In order to guarantee a greater productive potential, planting and cultivation is preceded by a seed treatment. This treatment is based on a coating of the seeds, which avoids damage caused by fungi, insects and diseases in the seedlings also helping the germination of plants, promoting more uniform conditions of population for farming and keeping it free of pathogens. For the treatment of soybean seeds, specific machines are used for this purpose. Generally this process is carried out within rural properties. For this operation the an equipment that can be used is the spouted bed, on which the coating performed by the movement of the particles by a current of upward air on which is atomized a suspension, that causes a good adhesion to the particle and a homogeneous coverage. Thus, the objective of this work was to study the coating process of soybean seeds in spouted bed using a polimeric suspension with the incorporation of the olive leaf extract, in order to obtain a final product with high germination potential. For the accomplishment of this work, soybean seeds of the variety DM 5958 RSF IPRO were used in natura and industrially treated. The methodology consisted in characterizing the seeds physically and physiologically through the analysis of pycnometry, test tube, sifting, pachymeter, humidity, morphology and germination, elaborate polymeric formulations for the suspension of coating considering the incorporation of compounds that can contribute to the maintenance of the quality of these seeds, such as plant extracts. In addition, it was carried out the study of the fluid dynamics of the seeds in the spouted bed, the coating process of soybean seeds in the spouted bed and the characterization of the final product obtained. The results obtained for the characterization of the in natura and commercially treated particles regarding to the actual specific mass were $1,207 \text{ g/cm}^3$ and $1,216 \text{ g/cm}^3$, respectively. For the apparent specific mass, for the in natura seed was obtained 0.681 g/cm^3 and 0.671 g/cm^3 for the treated seed. The diameters presented values in a range between 6.45 mm and 6.68 mm, being that in the treated seeds the value was higher than in the ones in natura due to the film coating the particle. The coating results resulted in 0.79% of particle growth for seeds coated with no extract and 1.10% for seeds coated with suspension containing the natural extract. Through the morfológica results, seeds were observed uniform, smooth and spherical and the coating film covered the particle. Germination of seeds coated in spouted bed was higher than 94%, which showed that the seed has good quality and that the seeds increased their quality after coating process.

Keywords: Fluid-dynamic. Pellicle. Germination.

LISTA DE FIGURAS DO TCC

Figura 1 – Máquina de tratar sementes.....	22
Figura 2 – Esquema das regiões de um leito de jorro.....	27
Figura 3 – Curva característica para o leito de jorro.....	28
Figura 4 – Diagrama de Geldart.....	29

LISTA DE FIGURAS DO ARTIGO 1

Figura 1 – Sementes de soja (A) <i>in natura</i> e (B) tratadas comercialmente.....	34
Figura 2 – Extrato de folhas de oliveira.....	36
Figura 3 – Representação do equipamento experimental.....	37
Figura 4 – Queda de pressão em função da velocidade do ar para carga de 250 g de sementes.....	39
Figura 5 – Queda de pressão em função da velocidade do ar para carga de 400 g de sementes.....	40
Figura 6 – Sementes recobertas em leite de jorro (A) sem extrato (B) com extrato.....	41
Figura 7 – Análise morfológica das sementes de soja: (A) <i>in natura</i> , (B) tratada industrialmente, (C) recoberta em leite de jorro sem extrato, (D) recoberta em leite de jorro com extrato de oliveira.....	41
Figura 8 – Microscopia do filme de recobrimento.....	41
Figura 9 – Comparação do recobrimento em leite de jorro e recobrimento industrial.....	42
Figura 10 – Microscopia das sementes de soja em corte <i>cross-section</i>	42
Figura 11 – Sementes germinadas (A) <i>in natura</i> , (B) recobertas em LJ sem extrato e (C) recobertas em LJ com extrato.....	43

LISTA DE TABELAS DO ARTIGO 1

Tabela 1 – Composição das suspensões de recobrimento (% P/P).....	36
Tabela 2 – Condições experimentais utilizando suspensão polimérica.....	38
Tabela 3 – Condições experimentais utilizando suspensão polimérica com extrato de folha de oliveira.....	38
Tabela 4 – Resultados médios da caracterização das sementes de soja.....	39
Tabela 5 – Parâmetros fluidodinâmicos.....	40
Tabela 6 – Teor de umidade nas sementes.....	40
Tabela 7 – Valores obtidos para a caracterização quanto à germinação das sementes.....	43
Tabela 8 – Resultados para a caracterização quanto ao comprimento de plântulas.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FBN – Fixação Biológica de Nitrogênio

H₂O – Água

LJ – Leito de Jorro

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

TSI – Tratamento de Sementes Industrial

UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa

LISTA DE SÍMBOLOS DO TCC

q_{jm}	Velocidade de jorro mínimo	$[L.T^{-1}]$
ΔP_{jm}	Queda de pressão de jorro mínimo	$[M.L^{-1}.T^{-2}]$
$\Delta P_{m\acute{a}x}$	Queda de pressão máxima do sistema	$[M.L^{-1}.T^{-2}]$

LISTA DE SÍMBOLOS DO ARTIGO 1

$b. u.$	Base úmida	[%]
d_{ps}	Diâmetro médio de <i>Sauter</i>	[L]
m_f	Carga mássica final de sólidos secos	[M]
m_o	Carga mássica inicial de sólidos secos adicionada ao leite de jorro	[M]
q_{jm}	Velocidade de jorro mínimo	[L.T ⁻¹]
ΔP_{je}	Queda de pressão de jorro estável	[M.L ⁻¹ .T ⁻²]
$\Delta P_{máx}$	Queda de pressão máxima do sistema	[M.L ⁻¹ .T ⁻²]
δ	Crescimento da partícula	[%]
ρ_{bulk}	Massa específica aparente	[M.L ⁻³]
ρ_{real}	Massa específica real	[M.L ⁻³]

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVOS.....	17
2.1 Objetivo geral.....	17
2.2 Objetivos específicos.....	17
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
3.1 Soja.....	18
3.2 Qualidade da semente.....	19
3.3 Tratamento de sementes.....	20
3.3.1 Tratamento de sementes de soja.....	21
3.3.2 Uso de produtos naturais como antimicrobianos e antifúngicos.....	24
3.4 Recobrimento de partículas.....	25
3.5 Leito de jorro.....	26
3.6 Recobrimento em leito de jorro.....	30
4 ARTIGO 1.....	32
5 CONCLUSÃO.....	48
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	49
REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

A soja é um dos grãos mais produzidos mundialmente. Atrás apenas dos Estados Unidos, o Brasil é o segundo maior produtor mundial do grão, apresentando uma produção de 116,996 milhões de toneladas na última safra (2017/2018) e produtividade de 3.333 kg/ha (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2018). Seu uso é muito diversificado, podendo ser utilizado como alimento funcional, bem como para a formulação de produtos como chocolates e massas. Do óleo extraído do grão, pode-se produzir óleo de cozinha, margarinas e gordura vegetal. Do processo de obtenção do óleo refinado de soja, obtém-se a lecitina, um agente emulsificante, muito usado para se produzir sorvetes, achocolatados, barras de cereais e produtos congelados. Além disso, 80% do farelo de soja, junto com resíduos do processamento do milho, compõem a ração fabricada para a alimentação animal (COMISSÃO EXECUTIVA INTERMINISTERIAL, 2010).

A utilização de semente de soja de alta qualidade, associada a boas práticas de semeadura, garantem o estabelecimento de uma população de plantas vigorosas e em número adequado, sendo a base para o sucesso da lavoura e contribuindo com maiores produtividades. Quando se tem uma população de plantas abaixo da recomendada, pode existir a necessidade de replantio, o que gera prejuízos referentes ao aumento do custo de produção e riscos como a perda da melhor época de semeadura (KRZYZANOWSKI *et al.*, 2008).

Para assegurar um bom estabelecimento da lavoura e como conseqüente um alto potencial produtivo, o tratamento de sementes é considerado um dos principais processos que antecedem o plantio e o cultivo das plantas de soja, pois atua evitando danos provocados por pragas e doenças nas sementes e plântulas. Essa prática também pode impedir a entrada de patógenos em áreas isentas. A semente tratada também pode favorecer a germinação mais uniforme das plântulas (MACHADO, 2018). Na soja o tratamento pode ser feito *on farm*, com o auxílio de máquinas específicas para esse fim ou utilizando tambores giratórios dentro das propriedades. Outra forma é por meio do tratamento industrial das sementes, o qual é realizado pelas sementeiras e possui como vantagens semente de qualidade, dosagem precisa, recobrimento uniforme e menor agressão às sementes (SANTUCCI, 2018).

O tratamento de sementes de soja tem por objetivos principais reduzir, ao máximo, os fungos presentes nas sementes, proporcionar a proteção das sementes e plântulas contra fungos do solo, na fase inicial do seu desenvolvimento, promover condições de uniformidade na germinação e emergência, evitar o desenvolvimento de epidemias no campo, proporcionar maior sustentabilidade à cultura pela redução de riscos na fase de implantação da lavoura. No Brasil, praticamente 100% das sementes de soja são tratadas com fungicidas, 30% com inseticidas e 50% com micronutrientes com o objetivo de proteger o estabelecimento no campo ou até mesmo o seu desenvolvimento vegetativo (PIAS, 2014).

O leito de jorro foi desenvolvido em 1955, no Canadá, por Gishler e Mathur, durante experimento de fluidização de grãos de trigo, o qual observaram que partículas com diâmetro maior que 1 mm não fluidizavam bem. Após o rompimento accidental da placa de distribuição de ar do leito fluidizado, verificaram que submetendo as partículas a uma vazão maior de ar, o leito apresentava um movimento cíclico de partículas e executava certas operações úteis em partículas sólidas que não podem ser executadas em um leito fluidizado, devido ao movimento de partículas comparativamente aleatório (FREIRE, 1992).

O leito de jorro tem sido um equipamento bastante aplicado em processos de recobrimento de partículas. Sua utilização no recobrimento de sementes proporciona uma cobertura regular e uniforme às sementes devido ao movimento cíclico do equipamento aliado a atomização e a secagem das partículas. Esse processo de recobrimento consiste na aplicação de uma suspensão sobre as sementes, em que o movimento promove uma distribuição homogênea no leito (MACHADO, 2017). O estudo da composição da suspensão utilizada no recobrimento de sementes em leito de jorro é importante, sendo possível incorporar compostos que contribuirão para a manutenção da qualidade das sementes, como os extratos de origem vegetal que possuem potencial antimicrobiano e antifúngico.

Dessa forma, destaca-se a importância do desenvolvimento deste trabalho, que propôs o uso de uma suspensão de natureza polimérica com a incorporação de extrato natural obtido da folha de oliveira para o recobrimento de sementes de soja em leito de jorro, buscando manutenção da qualidade das sementes. Ainda, o estudo da fluidodinâmica das partículas no leito de jorro e caracterização do produto final.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar o estudo do processo de recobrimento das sementes de soja em leito de jorro com diferentes formulações poliméricas a fim de auxiliar na manutenção da qualidade das sementes.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar física, fisiológica e morfológicamente sementes de soja *in natura* e tratadas comercialmente.
- Avaliar a fluidodinâmica das partículas no leito de jorro.
- Elaborar uma formulação polimérica para a suspensão de recobrimento das sementes, a fim de manter a qualidade.
- Estudar o recobrimento das sementes de soja em leito de jorro.
- Caracterizar o produto final através das mesmas análises feitas para as sementes *in natura* e tratadas comercialmente.
- Escrita de um artigo para a divulgação dos resultados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção serão abordados os temas relacionados à qualidade de sementes, tratamento de sementes, recobrimento de sementes de soja, leite de jorro e recobrimento em leite de jorro.

3.1 Soja

A soja (*Glycinemax L.*) é uma planta originária da China, da família Fabaceae (leguminosas), assim como a ervilha, o feijão e a lentilha. É um grão rico em proteínas, muito cultivado no Brasil, e possui formato elipsoide com cor amarelada. Contém de 18% a 20% de óleo e o farelo representa 79% (com 45% de teor de proteína) (JARDINE; BARROS, 2018).

A época de semeadura é um dos fatores que mais influenciam no rendimento da soja. Na região fria do Sul (Santa Catarina e Rio Grande do Sul), os melhores resultados na soja têm sido obtidos em semeaduras entre 15/10 a 15/11. Sendo assim, sua colheita ocorre entre março e maio (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2012).

O primeiro registro de pesquisa de soja no Brasil é do ano de 1882, quando foram feitos testes com algumas variedades na Bahia (BONATO; BONATO, 1987). A iniciativa não teve êxito devido ao material genético não ser adaptado à região. Nessa época, a produção comercial de soja no mundo estava restrita à região leste da Ásia, onde o clima é temperado, o que contrasta com o clima tropical da Bahia (DALL'AGNOL, 2016).

A primeira informação sobre a soja no Rio Grande do Sul foi dada por Minsen (1901), que relatou o desempenho de um plantio feito pelo Engenheiro Agrônomo A. Welhäuser, no município de Dom Pedrito. No ano de 1941, dois fatos relevantes para a implantação da soja no Rio Grande do Sul aconteceram: a soja apareceu pela primeira vez nas estatísticas oficiais e foi construída a primeira fábrica de processamento de soja (BONATO; BONATO, 1987).

Apenas, em 1949, o Brasil figurou como produtor de soja nas estatísticas internacionais, com a produção de 25.881 toneladas de sementes. A década de 70 pode ser definida como a da consolidação da oleaginosa como a principal lavoura do

Brasil, devido aos expressivos aumentos da área e da produção da soja (DALL'AGNOL, 2016).

A soja é a cultura agrícola com complexo agroindustrial de maior magnitude no Brasil e é o principal exportador do agronegócio brasileiro (LORINI, 2016). Dado que prova a importância da soja em impulsionar a cadeia produtiva agrícola brasileira. A comercialização e distribuição interna e externa da soja é bastante ampla, devido aos mercados solidamente estabelecidos para os seus produtos derivados, como farelo e óleo. Envolve milhares de empresas, desde pequenos revendedores de insumos a grandes transnacionais (LORINI, 2016).

A expansão da área cultivada com soja no país continua positiva nos dias atuais (2017/2018), correspondendo à 35,2 milhões de hectares, com produção de 118.885,8 mil toneladas por safra (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2018).

3.2 Qualidade da semente

O sucesso de uma lavoura depende de diversos fatores, entre os quais, um dos mais importantes, é a utilização de sementes de elevada qualidade. As sementes possuem atributos de qualidade genética, física, fisiológica e sanitária, o que confere a garantia de um elevado desempenho agrônomico. Para ser de alta qualidade, a semente deve possuir características como altas taxas de vigor, de germinação e de sanidade (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI; HENNING, 2010).

A germinação de sementes em teste de laboratório consiste no desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, demonstrando sua aptidão para produzir uma planta normal sob condições favoráveis de campo. Nos testes de laboratório, a porcentagem de germinação de sementes corresponde à proporção do número de sementes que produziu plântulas classificadas como normais, em condições e períodos especificados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009).

O vigor determina a emergência das sementes sob condições desfavoráveis. Também as leva a consequências importantes no armazenamento, pois quanto mais baixo o vigor das sementes, menor será o potencial de armazenamento (FRANZIN; ROVERSI, 2018).

Na safra 2015/16, verificou-se a porcentagem de vigor e germinação em algumas cidades do Rio Grande do Sul, obtendo-se uma média de 86% de vigor e 89,64% de germinação em sementes de soja (LORINI, 2016).

A qualidade da semente pode ser influenciada por fatores que ocorrem durante a fase de produção no campo, na operação de colheita, na secagem, no beneficiamento, armazenamento, transporte e na semeadura. Portanto, deve-se estabelecer uma análise e certificação da semente visando assim garantir ao agricultor um lote puro e com alto vigor (PITTELKOW, 2014). Além disso, no campo, estresses climáticos e nutricionais, geralmente associados com danos causados por insetos e por micro-organismos, são considerados as principais causas da deterioração da semente (LORINI, 2016).

A utilização de semente de boa qualidade garante maior velocidade de emergência e de desenvolvimento das plantas, resultando também no controle eficiente das ervas daninhas e evita a introdução de patógenos ou pragas (FRANÇA-NETO; CARLOS; HENNING, 2010).

3.3 Tratamento de sementes

O tratamento de sementes baseia-se na aplicação de processos e substâncias que preservem ou melhorem o desempenho das sementes, visando ao máximo potencial genético das culturas. Inclui a aplicação de defensivos (fungicidas e inseticidas), inoculantes (bactérias fixadoras de nitrogênio), estimulantes, micronutrientes, entre outros. É recomendado quando não se dispõe de sementes de qualidade suficiente e também para reduzir o potencial de inóculo primário (aquele que inicia o processo doença em cada ciclo da cultura) (PARISI; MEDINA, 2012).

O tratamento químico de sementes é considerado uma das medidas mais eficazes no controle de micro-organismos, pois além de reduzir ou eliminar o inóculo do patógeno na semente, atua impedindo a entrada de patógenos em áreas isentas e propicia a emergência uniforme de plantas. Também evita a necessidade de ressemeadura, com conseqüente economia de sementes (PARISI; MEDINA, 2012).

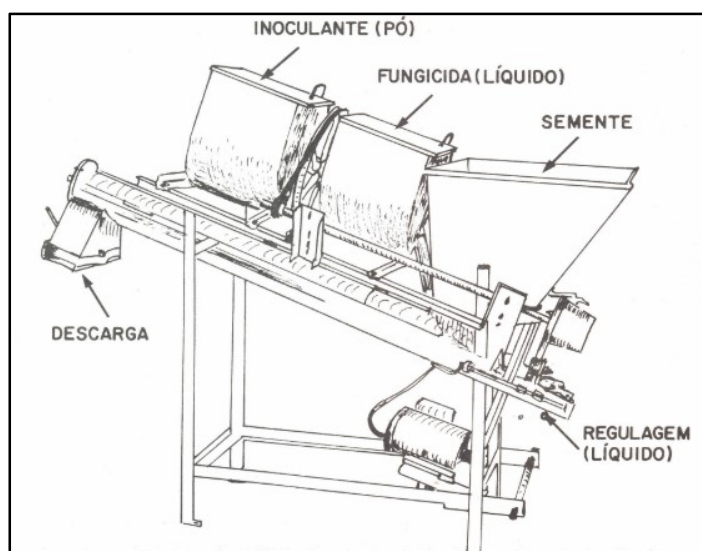
3.3.1 Tratamento de sementes de soja

Em 1981, aconteceu oficialmente a primeira recomendação de tratamento de sementes com fungicidas em soja, para a maioria das unidades federativas produtoras do Brasil e, em 1983, essa técnica foi expandida para Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Atualmente, cerca de 95% das sementes são tratadas com fungicidas, 90% com inseticidas, 50% com micronutrientes e produtos de recobrimento à base de polímeros que possibilitam uniformidade na cobertura e aderência das sementes. A utilização de fungicidas e inseticidas em tratamento de sementes representa aproximadamente 7,6% do mercado de agroquímicos no país, mas que representa um custo pequeno em relação ao grande potencial de retorno do investimento (ABATI; BRZEZINSKI; HENNING, 2013).

Na cultura da soja, a obtenção de uma lavoura com população adequada de plantas depende da correta utilização de diversas práticas, porém o seu sucesso está condicionado à utilização de sementes de boa qualidade. O tratamento da semente com fungicidas oferece garantia adicional ao estabelecimento da lavoura a custos reduzidos (HENNING, 2005).

O tratamento com fungicidas, inseticidas, micronutrientes e polímeros pode ser feito em máquinas específicas de tratar sementes na unidade de beneficiamento, como na propriedade do produtor, devendo a última operação ser a inoculação (HENNING *et al.*, 2010). Um dos métodos utilizados é o uso de um tambor giratório ou de uma betoneira. O tratamento via tambor pode ser efetuado tanto com compostos secos (fungicidas e micronutrientes em pó) ou úmidos (REVISTA RURAL, 2009). A Figura 1 apresenta um modelo de máquina de tratar sementes a campo em que, no primeiro compartimento, a semente é colocada caindo em uma rosca sem fim pela qual é transportada, recebendo uma atomização dos defensivos que estão nos compartimentos seguintes.

Figura 1– Máquina de tratar sementes



Fonte: Henninget *et al.* (1994)

Em algumas empresas, utiliza-se o tratamento de sementes industrial (TSI), realizado em equipamentos especiais e sofisticados, que podem combinar a aplicação de fungicidas, inseticidas, micronutrientes, entre outros produtos (ABATI; BRZEZINSKI; HENNING, 2013).

Ferreira (2016) submeteu sementes de soja a três tratamentos os quais diferiram pelo momento em que receberam o tratamento químico: 1) tratadas e já avaliadas; 2) tratadas, armazenadas por dois meses e então avaliadas; 3) armazenadas sem tratamento por dois meses e após tratadas e avaliadas. Para a aplicação dos defensivos (fungicida, inseticida e inoculante) nas sementes, foram utilizados sacos plásticos que foram previamente misturados. Posteriormente, foram adicionadas as sementes e o conjunto foi agitado até se obter uma mistura homogênea. Verificou-se através de testes de germinação que sementes de soja tratadas e já avaliadas obtiveram um melhor desempenho quando comparadas às sementes armazenadas com ou sem tratamento, o que comprova que o tratamento antes do plantio favorece o estabelecimento das plantas no campo e a produção de grãos em relação ao tratamento antecipado.

Cunha *et al.* (2015), ao avaliarem o efeito dos principais produtos aplicados via tratamento de sementes, sobre a morfologia de plantas de soja, em diferentes fases de desenvolvimento da cultura, bem como os componentes do rendimento e produtividade, concluíram que o tratamento mantém a qualidade fisiológica, genética e sanitária destas, apresentando efeitos benéficos em diversas fases do crescimento

inicial e do desenvolvimento da cultura. Os produtos utilizados foram: tiametoxan, [fipronil + tiofanatometílico + piraclostrobina], [imidacloprido + tiodicarbe], *CruiserAdvanced*[®], carboxamida, abamectina, além da testemunha sem tratamento. Alguns dos agentes geralmente utilizados na composição das suspensões de recobrimento em tratamento de sementes de soja são fungicidas, inoculantes, inseticidas, polímeros e micronutrientes, estes estão descritos nos itens a seguir:

- **fungicida:** o tratamento das sementes com fungicidas oferece garantia de melhor estabelecimento da população de plantas por controlar patógenos importantes transmitidos pelas sementes, diminuindo a chance de sua introdução em áreas sadias (HENNING, 2010);
- **inoculante:** a fixação biológica de nitrogênio (FBN) é uma prática essencial para garantir a boa produtividade da lavoura de soja. A FBN acontece quando as bactérias estabelecem uma simbiose com as raízes da soja, transformando o nitrogênio da atmosfera em alimento para a planta. Esse processo é viabilizado por meio da inoculação que é quando as bactérias são colocadas em contato com as sementes de soja antes do plantio. Após inoculadas, as sementes germinam e os micro-organismos se associam nas raízes da planta (BASF, 2018);
- **inseticida:** o tratamento de sementes com inseticidas proporciona uma camada protetora que serve como defesa contra o ataque de insetos na fase inicial da cultura, o que aumenta o desempenho da semente no desenvolvimento inicial da plântula e um crescimento mais vigoroso (FERREIRA, 2016);
- **polímeros:** o uso de polímeros no tratamento de sementes proporciona aumento do tamanho e peso das sementes, alteração do formato, melhoria da eficiência e da distribuição dos produtos sobre a semente e proteção do operador contra a contaminação com produtos químicos (ALMEIDA *et al.*, 2014);
- **micronutrientes:** no tratamento de sementes de soja, é comum o uso de micronutrientes, como cobalto e molibdênio. Esses micronutrientes atuam de forma intensiva na nodulação das raízes da planta, favorecendo o processo de fixação de nitrogênio (DUARTE, 2006).

3.3.2 Uso de produtos naturais como antimicrobianos e antifúngicos

Um produto natural é um composto químico produzido por um ser vivo, encontrado na natureza e que geralmente possui atividade biológica. Os produtos naturais com atividade biológica têm sido estudados no sentido de oferecer alternativas para o controle bacteriano, principalmente a partir de produtos bioativos obtidos de plantas (MAIA, 2015).

O efeito de antimicrobianos obtidos a partir de plantas vem sendo comprovado por diversas pesquisas. Nesse caso, a eficácia da ação antimicrobiana varia com as condições de cultivo, armazenamento e processamento (KECHICHIAN, 2007).

O número de sistemas alternativos de produção agrícola aumentou nos últimos anos em resposta às crescentes preocupações sobre concentração agrícola e interesse em agricultura orgânica. Convencionalmente são utilizados tratamentos com fungicidas sintéticos para proteger as mudas emergentes, porém quase não existem fungicidas orgânicos disponíveis (GOGGI *et al.*, 2008).

Goggi *et al.* (2008) avaliaram dezoito óleos vegetais quanto à capacidade de controlar três patógenos comumente encontrados nas sementes de milho. Os óleos essenciais de canela, cravo, orégano e do tomilho controlaram três patógenos comuns de semente e solo no laboratório, porém sua eficiência no campo não foi comprovada.

A oliveira (*Olea europaea* L.) é uma planta arbórea frutífera, característica da região Mediterrânea. Suas frutas, as azeitonas, são comestíveis e possuem valor econômico. Além da produção de azeitonas, é usada para fins ornamentais e produção de azeite (COUTINHO *et al.*, 2009). Segundo Martiny (2017), os municípios da região da Campanha Gaúcha vêm se destacando pelos seus olivais. O município de Pinheiro Machado já possui uma área plantada de cerca de 150 hectares.

Historicamente, as folhas de oliveira são usadas para fins medicinais, possuindo compostos com potencial antioxidante e antimicrobiano (BENAVENTE-GARCÍA *et al.*, 2000; PACETTA, 2013). As folhas da oliveira podem ser um importante subproduto gerado pela poda das árvores, pois apresentam quantidade significativa de compostos fenólicos e ácidos graxos benéficos à saúde. Cada árvore de oliveira produz cerca de 25 kg de folhas e ramos, a partir da poda. As folhas

podem representar entre 5% e 10% em peso, da azeitona que entra para o processamento (CAVALHEIRO *et al.*, 2014).

As folhas de oliveira possuem em sua composição um composto fenólico chamado oleuropeína que está presente em maior proporção nas folhas, cerca de 73% do total de seus constituintes. Esse composto possui propriedades antioxidantes, anti-inflamatória, antiviral e antimicrobiana. Assim, extratos obtidos a partir das folhas de oliveira têm sido usados como medicamento natural e é uma alternativa de antimicrobiano (PACETTA, 2013; MENDES, 2012; SUDJANA *et al.*, 2009).

Este conteúdo desta seção torna o extrato das folhas de oliveira um dos extratos vegetais com potencial no combate contrapatógenos que podem dificultar o estabelecimento das plantas de soja.

3.4 Recobrimento de partículas

O recobrimento de partículas é uma operação que apresenta grande importância comercial, pois é utilizada no processamento de uma variedade de produtos. Muitas indústrias aplicam essa técnica, como a farmacêutica no recobrimento de comprimidos e grânulos e a alimentícia, recobrindo balas, confeitos e ingredientes (ROSA, 2010). Na área agrícola, é usado para recobrir fertilizantes e sementes, com funções que vão da proteção, para garantir um maior tempo de estocagem, ao controle da liberação do fertilizante para o meio, reduzindo custos de material e mão de obra (TARANTO, 1996). A necessidade do aumento da produtividade agrícola tem contribuído para o desenvolvimento de novos projetos envolvendo sementes, com o objetivo de promover condições favoráveis às sementes, para um possível armazenamento ou para a germinação imediata (TAYLOR; HARMAN, 1990).

De acordo com Kleinbach e Riede (1995), pode-se classificar o recobrimento em três tipos:

- **tipo A** - recobrimento ideal, o revestimento formado possui espessura uniforme e a relação entre a taxa de liberação do princípio ativo e o tempo é linear;
- **tipo B** - o revestimento formado não é uniforme para todas as partículas, como consequência, a quantidade de substância ativa liberada com o tempo não é

linear. As partículas com baixa espessura de revestimento liberam seu ingrediente ativo mais rapidamente, e aquelas que possuem camadas mais espessa, liberam de forma mais lenta; e

- **tipo C** - em algumas das partículas podem ocorrer falhas nos revestimentos. O princípio ativo é liberado quase que imediatamente, o que resulta em uma descontinuidade na curva de liberação no início. Depois disso, a liberação da substância ativa é semelhante à de um revestimento do tipo B.

O recobrimento das sementes consiste no revestimento destas com uma camada muito fina, formada de sólidos dissolvidos ou suspensos em água. Essa camada forma uma espécie de filme revestindo toda a cobertura protetora natural das sementes. Após tratadas, pode haver modificação de massa e forma originais da semente (LUDWIG *et al.*, 2011).

Segundo Luddwig *et al.* (2011), existe uma carência de equipamentos para recobrimento de sementes. Esses têm como propósito revestir sementes, ou seja, são capazes de possibilitar a formação de uma camada de filme constituída de polímeros e outras substâncias de recobrimento.

Para a realização do recobrimento, deve-se ter cuidado na escolha do equipamento que será utilizado. Se este não for apropriado para o tratamento de sementes da espécie em questão, poderá não haver uma boa homogeneidade na distribuição do polímero, podendo não agregar bem os produtos químicos utilizados, além de ocasionar danos mecânicos que prejudicarão a qualidade das sementes (GRÃOS, 2014).

3.5 Leito de jorro

A técnica do leito de jorro foi estabelecida inicialmente por Gishler e Mathur em 1955, visando à secagem de trigo (FREIRE, 1992).

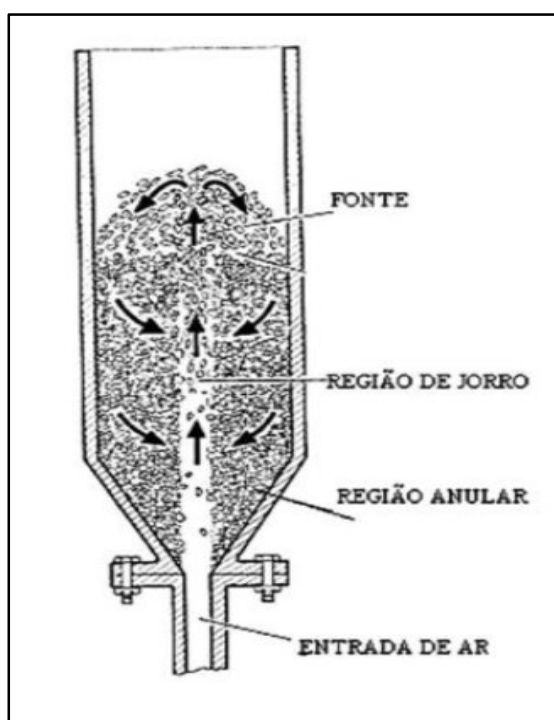
O leito de jorro realiza operações cíclicas com partículas sólidas, diferentemente do leito fluidizado, em que ocorre um movimento aleatório das partículas (ROCHA; TARANTO; MORIS, 2009).

Como características, o leito de jorro apresenta altas taxas de circulação de partículas no leito, mistura intensa das partículas, contato íntimo entre as fases fluida e particulada e altas taxas de transferência de calor e de massa. O leito de jorro tem

vido aplicado em inúmeros processos, como na granulação, recobrimento, aquecimento e resfriamento de sólidos e na secagem de cereais e pastas (CREMASCO, 2012). Porém sua aplicação em escala industrial ainda é restrita devido a uma série de limitações como, por exemplo, a elevada perda de carga antes de atingir o jorro estável e dificuldades com aumento de escala (ROCHA; TARANTO; MORIS, 2009).

O leito de jorro é constituído por um recipiente cônico cilíndrico, contendo partículas sólidas, em que o fluido é injetado por meio de um orifício localizado na base central da coluna, provocando um canal preferencial de escoamento desse fluido no leito de partículas (CREMASCO, 2012). Três regiões distintas compõem o leito de jorro: região de jorro, anular e fonte que podem ser visualizadas na Figura 2.

Figura 2– Esquema das regiões de um leito de jorro

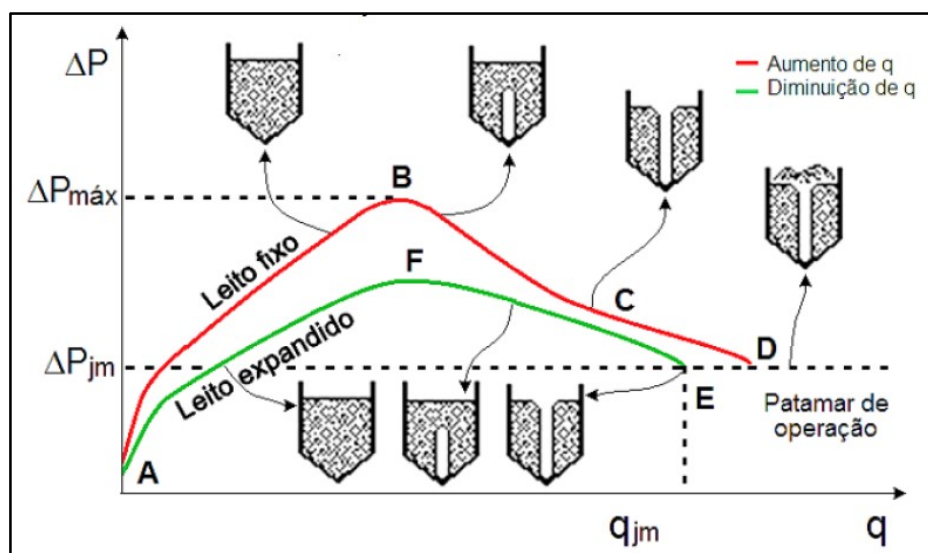


Fonte: Adaptada de Mathur e Epstein (1974)

Na região do jorro, conhecida também como região central, ocorre o transporte pneumático das partículas com movimento concorrente do fluido. Na região anular as partículas que caem da região da fonte deslizam em parte até a base, em movimento contracorrente com o fluido. A região da fonte é onde as partículas se movimentam em regime desacelerado do jorro, caindo sobre o anulo (ROCHA; TARANTO; MORIS, 2009).

O mecanismo de transição do leito estático para o leito de jorro é descrito por meio da curva característica da vazão em função da queda de pressão, conforme Figura 3.

Figura 3– Curva característica para o leito de jorro



Fonte: Costa (2015)

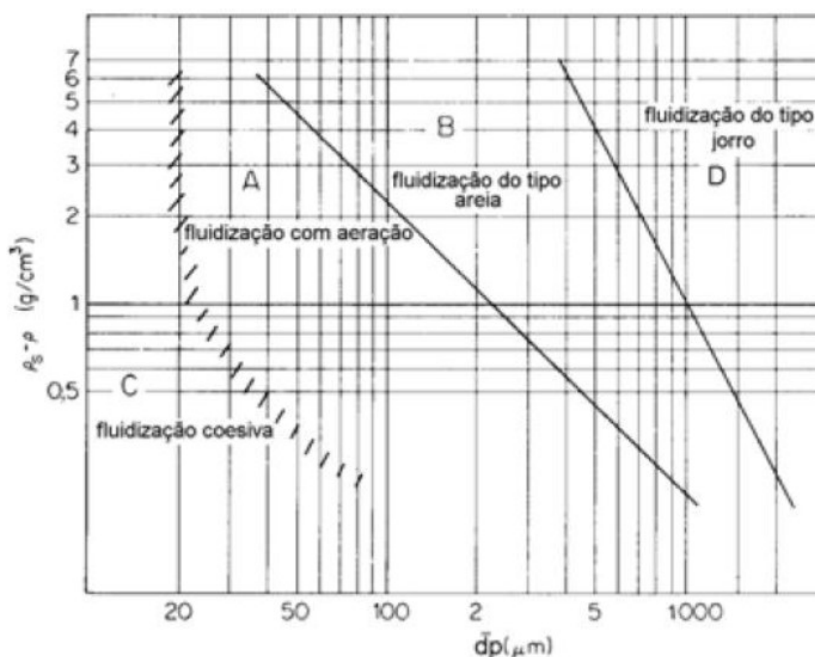
A Figura 3 mostra que a curva de linha contínua (ABCD) representa o acréscimo da vazão do fluido. Já o processo inverso com a redução dessa vazão é indicado pela curva (DEFA). Com baixas vazões, o fluido apenas percola entre as partículas, e o sistema se comporta como leito fixo. Com o incremento da vazão surge, nas proximidades do orifício de entrada do leito, uma cavidade, devido à ação do jato de fluido que é o bastante para deslocar as partículas e provocar a mistura entre as fases. Essa cavidade alonga-se à medida que se aumenta a vazão do fluido, originando o jorro interno, ao tempo em que a queda de pressão aumenta até o ponto B, em que se verifica a situação de queda de pressão máxima do sistema, ($\Delta P_{máx}$). Nesse ponto, a altura do jorro interno é maior do que aquela em que as partículas estão compactadas na parte superior do leito, de forma que incrementos na vazão do fluido causam decréscimos na queda de pressão. Com o aumento da vazão, a queda de pressão diminui até o ponto C, o qual corresponde ao jorro incipiente onde ocorre instabilidade interna, devido à oscilação na sua altura. No ponto C, qualquer incremento na vazão do fluido faz com que a queda de pressão caia bruscamente até o ponto D, no qual o jorro aflora através da superfície desse

leito. A partir do ponto D,acréscimos na vazão do fluido ocasionam a elevação da altura da fonte de partículas e a queda de pressão mantém-se praticamente constante (CREMASCO, 2012).

Segundo Cremasco (2012), no processo inverso, com a redução da vazão do fluido,o jorro é constante até o ponto E, que corresponde à situação de jorro mínimo (q_{jm}) e a queda de pressão correspondente ao jorro mínimo é ΔP_{jm} . Nessa situação, tem-se o menor valor para a vazão do fluido com o qual é possível obter o jorro estável. Prosseguindo a redução dessa vazão, chega-se ao ponto F, máximo de queda de pressão do jorro estável, cujo valor é menor do que o valor de queda de pressão referente ao ponto D, pois, no processo inverso, a queda de pressão é devida à interação fluido-partícula, não havendo a ruptura do jato de fluido através do leito. A partir do ponto F, a queda de pressão volta a decrescer à medida que se reduz a vazão do fluido, e o leito passa a comportar-se como leito fixo, com porosidade de um leito expandido.

Geldart (1973) sugeriu a classificação da fluidização de partículas sólidas, em quatro grupos, relacionando a diferença de massa específica entre o sólido e o fluido e o diâmetro médio da partícula. Na Figura 4, é apresentado o diagrama de *Geldart* para a classificação das partículas, em contato com fluido em condições ambientes.

Figura 4 – Diagrama de *Geldart*



Fonte: Adaptada de *Geldart* (1973)

Observam-se, na Figura 4, os grupos formados de acordo com a classificação das partículas. Cada grupo é descrito a seguir:

- **grupo A** - partículas deste grupo apresentam diâmetro médio pequeno, baixa massa específica e possui uma grande faixa de fluidização entre a velocidade de mínima fluidização e a velocidade para iniciar o borbulhamento;
- **grupo B** - partículas fluidizam bem com vigorosa ação das bolhas e rápido crescimento, que aparecem logo após a velocidade de mínima fluidização;
- **grupo C** - partículas com propriedades coesivas e de diâmetro pequeno. Extremamente difícil de fluidizar devido às forças interpartículas. Proporciona também baixa expansão do leito e apresenta pobre mistura dos sólidos;
- **grupo D** - as partículas têm diâmetro grande e/ou são muito densas. Na fluidização convencional deste tipo de partículas, pode haver a formação de caminhos preferenciais. Desta forma, partículas deste grupo são mais adequadas ao leito de jorro.

3.6 Recobrimento em leito de jorro

O recobrimento de partículas no leito de jorro apresenta vantagens sobre outros métodos para partículas jorráveis. Há uma maior homogeneidade do produto final, devido ao grau elevado de mistura dos sólidos no interior do leito (LOPES; TARANTO; MORIS, 2007).

Nesse processo de recobrimento, as partículas são carregadas na coluna, em que o ar aquecido é injetado. Após o jorro atingir regime permanente, inicia-se a alimentação através de atomização do agente recobridor sobre as partículas. A vazão da suspensão de recobrimento deve ser regulada de forma que o jorro não seja prejudicado devido à aderência provocada por excessiva umidade superficial nas partículas (FREIRE; OLIVEIRA, 1992).

Segundo Freire e Oliveira (1992), essa técnica de recobrimento apresenta como características o movimento cíclico do material, produzindo uma rápida mistura axial das partículas no leito e o contato gás-partículas que proporciona altas taxas de transferência de calor e de massa. Diversas aplicações já foram desenvolvidas com recobrimento em leito de jorro, como o recobrimento de ureia, o recobrimento

de comprimidos com suspensões à base de açúcar ou a base de polímeros, recobrimento de cornichão. (AYUB; ROCHA; PERRUCCI, 2001; OLIVEIRA; PEIXOTO; FREITAS, 2005; ROSA, 2010; COSTA, 2015; MACHADO, 2017). A operação em batelada garante um tempo de residência uniforme para todas as partículas (FREIRE; OLIVEIRA, 1992).

O recobrimento por aspensão é um processo complexo que envolve três operações fundamentais: jorro, atomização e secagem. Deve-se determinar as condições de trabalho do equipamento como dimensões e fluidodinâmica, a posição do bico atomizador, bem como a caracterização das partículas a serem recobertas e a determinação do agente recobridor. A etapa de atomização envolve a definição do tipo de bico atomizador, da vazão do ar e da suspensão e a caracterização da suspensão de recobrimento. Após definidas essas condições, tem-se a etapa na qual, com vazão e temperatura do ar adequados, ocorre o processo de secagem da suspensão e adesão à partícula formando assim a camada polimérica de recobrimento (MACHADO, 2017).

A literatura de recobrimento de sementes de soja em leito de jorro é escassa. Duarte (2006), ao realizar o recobrimento de sementes de soja com micronutrientes e inoculante em leito de jorro, constatou que a qualidade do revestimento obtido nesse equipamento jorro é superior ao promovido pelas máquinas convencionais de tratamento. O leito de jorro foi considerado a melhor opção também para revestimento homogêneo em relação às máquinas, por ter obtido um índice de dispersão menor. A pressão do ar de atomização variou entre 1 e 3 atm. Para que o jorro se mantivesse estável durante toda a operação e para que a carga de sementes ocupasse toda a parte cônica e uma parte da porção cilíndrica do leito, foi utilizada uma quantidade de 2,5 kg de sementes. O material recobridor das sementes era preparado na forma de uma suspensão aquosa de micronutrientes e inoculantes aquecida e mantida a uma temperatura de 39 °C.

4 ARTIGO 1

Formatação para Revista Científica Rural ISSN 1413-8263

RECOBRIMENTO DE SEMENTES DE SOJA EM LEITO DE JORRO UTILIZANDO EXTRATO DA FOLHA DE OLIVEIRA

RESUMO: A cultura da soja é atualmente uma das mais importantes do agronegócio brasileiro. Para manter a qualidade das sementes, o tratamento de sementes é uma prática eficiente para controle de patógenos importantes. Nesse contexto e visando a busca por produtos alternativos que possam ser aplicados para o recobrimento de sementes, o objetivo deste trabalho foi a elaboração de uma formulação polimérica para a suspensão de recobrimento das sementes de soja em leito de jorro. As sementes foram caracterizadas física e fisiologicamente. Os resultados para a caracterização das sementes de soja *in natura* quanto à massa específica real e aparente foram de 1,207 g/cm³ e 0,681 g/cm³, respectivamente. O conteúdo de umidade para as sementes *in natura* foi de 10,48% (b.u.). O diâmetro médio de Sauter foi 6,57 mm. A classificação quanto à Geldart confirmou que as partículas são jorráveis, permitindo o uso do equipamento leito de jorro para o estudo do recobrimento. O ensaio de recobrimento em 70 °C, com vazão de suspensão a 8,5mL/min por 20min permitiu recobrir as partículas uniformemente. A germinação das sementes recobertas demonstrou que possuem boa qualidade e que o recobrimento não danificou a semente.

Palavras-chave: fluidodinâmica, película, germinação, caracterização.

COATING OF SOYBEAN SEEDS IN SPOUTED BED USING OLIVE LEAF EXTRACT

ABSTRACT: The soybean crop is one of the most important of Brazilian agribusiness. To maintain seed quality, seed treatment is an efficient practice for the control of important pathogens. In this context, and aiming at the search for alternative products that can be applied for the coating of seeds, the objective of this work was the elaboration of a polymeric formulation for the suspension of soy seed coating in spouted bed. The seeds were characterized physically and physiologically. The results for the characterization of the *in natura* soy seeds for the actual and apparent specific mass were 1.207 g/cm³ and 0.681 g/cm³, respectively. The moisture content for *in natura* seeds was 10.48 % (b.u.). The mean diameter of Sauter was 6.57 mm. The classification for Geldart confirmed that the particles are gusher, allowing the use of the spouted bed equipment for the study of the recoating. The coating test at 70 °C, with suspension flow at 8.5 mL/min for 20 min allowed to cover the particles uniformly. The germination of the coated seeds showed that they had good quality and that the coating did not damage the seed.

Keywords: fluid-dynamic, pellicle, germination, characterization.

INTRODUÇÃO

A soja é um dos grãos mais produzidos mundialmente, sendo o Brasil o segundo maior produtor mundial do grão, apresentando uma produção de 116,996 milhões de toneladas na última safra (2017/2018) e produtividade de 3.333 kg/ha (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2018). Seu uso é muito diversificado, podendo ser utilizado como alimento funcional. Do óleo extraído do grão, pode-se produzir óleo de cozinha e gordura vegetal. O óleo de soja representa grande parte da demanda total da fabricação de biodiesel no Brasil (COMISSÃO EXECUTIVA INTERMINISTERIAL, 2010). A busca por alimentos saudáveis é crescente atualmente. Alimentos à base de soja são considerados funcionais e uma boa alternativa, pois além de nutritivos, são benéficos à saúde (LIMA *et al.*, 2015).

A utilização de semente de soja de alta qualidade, associada a boas práticas de semeadura, garantem uma população de plantas vigorosas e em número adequado, sendo a base para o sucesso da lavoura e contribuindo com maiores produtividades (KRZYZANOWSKI *et al.*, 2008). Para assegurar um bom estabelecimento da lavoura e como conseqüente, um alto potencial produtivo, o tratamento de sementes é considerado um dos principais processos que antecedem o plantio e o cultivo das plantas de soja, pois atua evitando danos provocados por pragas e doenças nas sementes e plântulas. Essa prática também pode impedir a entrada de patógenos. A semente tratada também pode favorecer a germinação mais uniforme das plântulas (MACHADO, 2018). No Brasil, praticamente 100% das sementes de soja são tratadas com fungicidas, 30% com inseticidas e 50% com micronutrientes, com o objetivo de proteger o estabelecimento no campo ou até mesmo o seu desenvolvimento vegetativo (PIAS, 2014).

O tratamento de sementes utilizando fungicidas, inseticidas e polímeros protege e garante um melhor estabelecimento inicial da cultura. Pois, logo após a semeadura, as sementes ficam expostas a patógenos do solo, principalmente, quando as condições do solo e do clima não são favoráveis à sua germinação (ROSA *et al.*, 2013).

Baseggio *et al.* (2019), buscando por produtos alternativos para serem aplicados no tratamento de sementes, com vistas à agricultura orgânica, avaliou o efeito de extratos vegetais aquosos de eucalipto, marcela, nim e losna, na concentração 20%, sobre a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de trigo.

Determinou que os extratos vegetais aquosos de eucalipto e marcela são eficientes no controle dos patógenos *Alternaria* sp. e *Cladosporium* sp. em sementes de trigo.

O leito de jorro (LJ) tem sido um equipamento bastante aplicado em processos de recobrimento de partículas. Sua utilização no recobrimento de sementes proporciona uma cobertura regular e uniforme às sementes, devido ao movimento cíclico do equipamento aliado à atomização e à secagem das partículas. Esse processo de recobrimento consiste na aplicação de uma suspensão sobre as sementes, em que o movimento promoverá uma distribuição homogênea no leito (MACHADO, 2017).

O presente trabalho propõe o estudo do recobrimento de sementes de soja em leito de jorro, utilizando suspensão de natureza polimérica com adição de extrato de folha de oliveira e buscando a manutenção da qualidade das sementes. Além disso, avaliar a fluidodinâmica das partículas no leito de jorro e caracterizar o produto final e comparar com o tratado industrialmente.

MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo, foram utilizadas sementes de soja da variedade DM 5958 RSF IPRO *in natura* e tratadas industrialmente com inseticida Cropstar® (imidacloprido + tiodicarbe) (Figura 1).

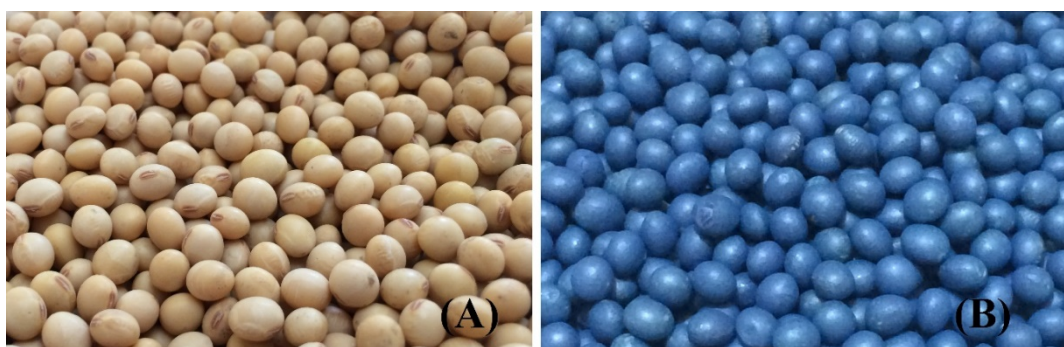


Figura 1. Sementes de soja (A) *in natura* e (B) tratadas comercialmente.

Caracterização das partículas

As sementes *in natura* e tratadas industrialmente foram caracterizadas fisicamente quanto à massa específica real e aparente, obtidas através de picnometria líquida e teste de proveta. O diâmetro das partículas foi determinado através de peneiramento e paquimetria. Determinou-se o conteúdo de umidade de

acordo com o método de estufa empregado pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), sendo realizado em triplicata, as amostras foram levadas à estufa à 105 °C por 24 horas.

Para a realização das análises morfológicas utilizou-se um estereomicroscópio da marca *Motic*[®]. A microscopia em corte *cross-section* foi feita a fim de se determinar o tipo de recobrimento obtido utilizando o leito de jorro.

As sementes também foram classificadas de acordo com o diagrama de *Geldart*, que relaciona o diâmetro médio da partícula com a diferença entre massa específica do sólido e do fluido.

A caracterização fisiológica foi realizada em relação à germinação, seguindo os métodos descritos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Foi realizado com três repetições de 50 sementes que foram semeadas aleatoriamente em substrato de papel em forma de rolo (RP) e colocadas a germinar à temperatura de 25 °C por 8 dias. As contagens foram realizadas no quinto e oitavo dia.

O teste de comprimento de plântulas foi conduzido juntamente com o teste de germinação, de acordo com os procedimentos descritos por Nakagawa (1999). No sétimo dia do teste de germinação, foi efetuada a medida das partes das plântulas normais emergidas (raiz primária e hipocótilo) utilizando-se uma régua graduada.

Suspensão de recobrimento

Objetivou-se utilizar uma suspensão de natureza polimérica, capaz de fornecer uma superfície de recobrimento uniforme e de baixo valor comercial. A primeira suspensão aquosa polimérica teve como base a formulação utilizada em estudos anteriores realizados por Costa (2015), para o processo de recobrimento de fertilizante em leito de jorro. A segunda suspensão de recobrimento utilizada visou substituir parcialmente a água usada como solvente, por extrato da folha de oliveira. As composições das suspensões de recobrimento são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Composição das suspensões de recobrimento (% P/P)

Componentes	Suspensão sem extrato	Suspensão com extrato
Amido	0,5	0,5
Gelatina	0,5	0,5
Glicerol	3	3
<i>Colorseed</i>	2	2
Talco	9	9
Água	85	60,5
Extrato de oliveira	-	24,5

Segundo Costa (2015), o talco foi adicionado com o objetivo de aumentar a concentração de sólidos para diminuir o tempo de processo e evitar que haja sobrecarga de umidade no jorro.

O procedimento de preparo das suspensões foi realizado utilizando agitação.

Elaboração do extrato das folhas de oliveira

O processo de obtenção do extrato de folhas de oliveira foi baseado em estudos realizados por Martiny (2017), que comprovou o potencial antimicrobiano do extrato da folha de oliveira através de análises do seu efeito na inibição de coliformes termotolerantes, totais e mesófilos aeróbios, quando utilizados na embalagem de amostras de alimento. O produto, composto pelas folhas secas, foi moído com auxílio de moinho analítico e após peneirado. Foram pesadas 50 g da amostra e adicionados 500 mL de água em *erlenmeyer*. A extração procedeu-se por um período de 13 h, sob agitação em *shaker* 100 rpm. O extrato foi filtrado utilizando o método de filtração a vácuo. O extrato obtido apresenta-se na Figura 2.



Figura 2. Extrato de folhas de oliveira

Equipamento experimental

A Figura 3 mostra o esquema experimental utilizado nos ensaios de recobrimento.

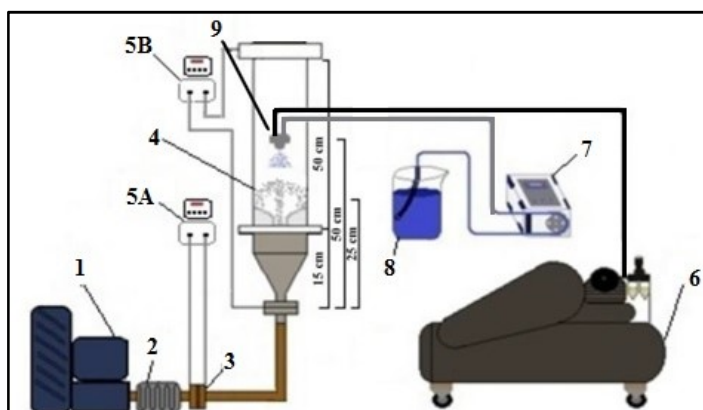


Figura 3. Representação do equipamento experimental

Fonte: Adaptada de Machado (2017)

O sistema experimental apresentado é constituído por um (1) compressor centrífugo que alimenta o fluxo de ar para o jorro, (2) conjunto de resistências por onde o ar é aquecido, (3) placa de orifício, (4) o leito de jorro construído em aço inox, com 20 cm de diâmetro e 50 cm de altura, (5A) um transdutor de 5" conectado à placa de orifício, (5B) um transdutor de 10" conectado ao leito de partículas, (6) compressor que fornece ar para o bico atomizador, (7) bomba peristáltica responsável por enviar a suspensão polimérica para um (9) bico atomizador de duplo fluido, que encontra-se no interior do cilindro, alimentado pelo ar comprimido.

Fluidodinâmica das partículas

Realizou-se o teste para verificação da queda de pressão causada pelo equipamento (branco), variando a vazão de ar gradativamente. A avaliação da fluidodinâmica das partículas teve o propósito de verificar qual carga seria mais adequada para ser utilizada no processo de recobrimento das sementes, bem como a determinação dos parâmetros fluidodinâmicos, sendo efetuada da mesma forma que para o "branco", porém com o leito de jorro alimentado com as sementes.

Recobrimento em leite de jorro

No processo de recobrimento das partículas, a carga mássica de sementes de soja de 250 g, definida através dos testes fluidodinâmicos foi inserida no leite de jorro. A vazão de alimentação do ar de jorro foi regulada também com base nesses testes. Com o jorro operando em regime permanente e a temperatura do ar de entrada no valor desejado, foi iniciada a alimentação da suspensão utilizando o bico atomizador de duplo fluido conectado à bomba peristáltica, na vazão de suspensão estabelecida e a um compressor. O tempo de atomização da suspensão foi determinado em testes preliminares, bem como as faixas experimentais a serem utilizadas para temperatura do ar e vazão da suspensão. Nas Tabelas 2 e 3, encontram-se esses valores.

Tabela 2. Condições experimentais utilizando suspensão polimérica.

Parâmetros experimentais	
Temperatura (°C)	70
Tempo (min)	20
Vazão (mL/min)	10

Tabela 3. Condições experimentais utilizando suspensão polimérica com extrato de folha de oliveira.

Parâmetros experimentais	
Temperatura (°C)	70
Tempo (min)	20
Vazão (mL/min)	8,5

Para avaliar o processo de recobrimento em leite de jorro, foi determinado o crescimento da partícula (δ) através da Equação 1.

$$\delta = \frac{m_f - m_o}{m_o} \quad \text{Equação (1)}$$

em que m_f é a carga mássica final (sólidos secos) após o recobrimento e m_o é a carga mássica inicial (sólidos secos) adicionada ao leite de jorro.

Para a avaliação do produto final, as sementes de soja recobertas em leite de jorro foram avaliadas através das análises fisiológicas e morfológicas.

RESULTADOS

Na Tabela 4, expõem-se os resultados obtidos para a caracterização física das sementes.

Tabela 4. Resultados médios da caracterização das sementes de soja

Amostra	ρ_{real} (g/cm ³)	ρ_{bulk} (g/cm ³)	Diâmetro de Sauter(mm)	Diâmetro (mm)
<i>in natura</i>	1,207 ± 0,004	0,681 ± 0,010	6,566	6,45 ± 0,204
Tratada comercialmente	1,216 ± 0,006	0,671 ± 0,002	6,683	6,55 ± 0,184

A classificação, seguindo o diagrama de *Geldart*, relacionando o diâmetro médio de *Sauter* e a diferença entre a massa específica das sementes e a massa específica do ar, indica que as sementes de soja são do tipo jorráveis.

As Figuras 4 e 5 ilustram as curvas características de fluidodinâmica para as cargas mássicas de 250 e 400 g, respectivamente.

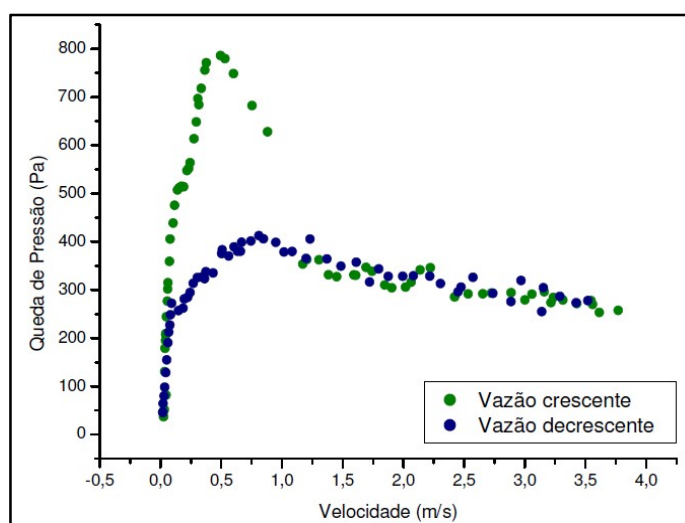


Figura 4. Queda de pressão em função da velocidade do ar para carga de 250 g de sementes

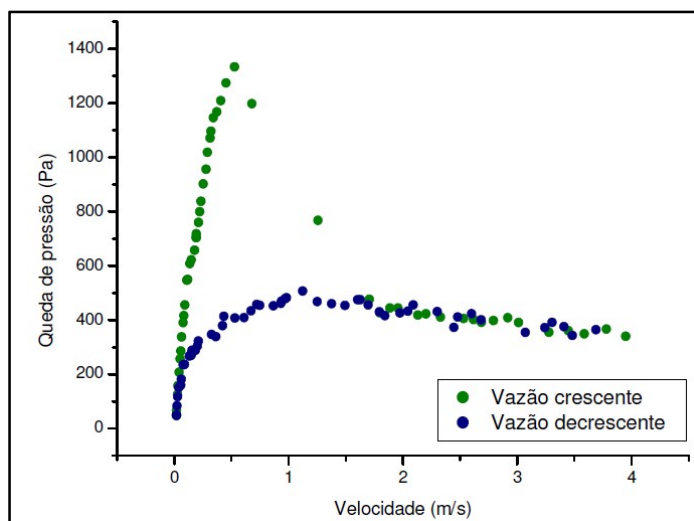


Figura 5. Queda de pressão em função da velocidade do ar para carga de 400 g de sementes

Através dos ensaios fluidodinâmicos, obtiveram-se como parâmetros experimentais a queda de pressão máxima do sistema, a queda de pressão de jorro estável, assim como a velocidade de jorro mínimo, conforme a Tabela 5.

Tabela 5. Parâmetros fluidodinâmicos

Carga (g)	$\Delta P_{m\acute{a}x}$ (Pa)	ΔP_{je} (Pa)	q_{jm} (m/s)
250	779,51	364,26	1,37
400	1333,26	453,86	1,49

O valor da velocidade do ar durante os experimentos de recobrimento foi definido como 20% superior ao valor da velocidade mínima de jorro para poder suportar a carga extra, da suspensão de recobrimento adicionada ao leito, com base nos estudos de Rosa (2010).

A Tabela 6 apresenta os valores obtidos para o conteúdo de umidade nas sementes de soja.

Tabela 6. Teor de umidade nas sementes

Amostra	Umidade b.u. (%)
<i>in natura</i>	10,48 ± 0,03
Tratada comercialmente	12,39 ± 0,02
Recoberta em LJ sem extrato	8,36 ± 0,05
Recoberta em LJ com extrato	9,33 ± 0,03

A Figura 6 ilustra as sementes recobertas em leito de jorro e a Figura 7, os resultados da análise morfológica das sementes.

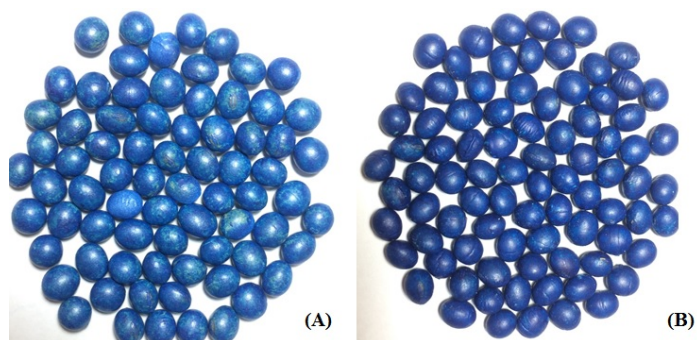


Figura 6. Sementes recobertas em leite de jorro (A) sem extrato e (B) com extrato

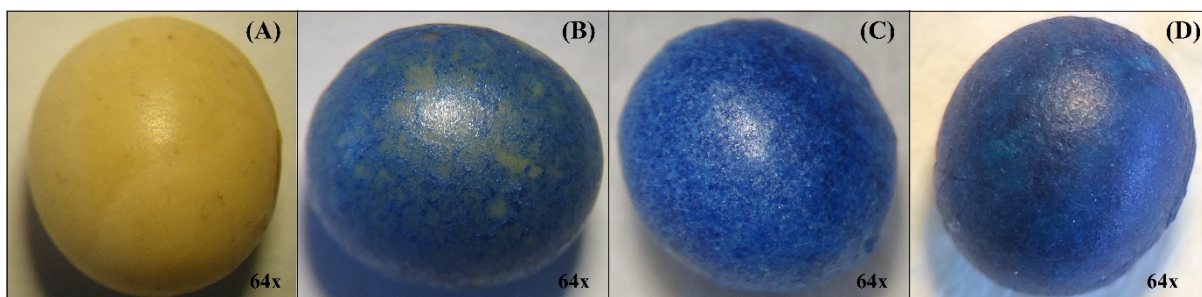


Figura 7. Análise morfológica das sementes de soja: (A) *in natura*, (B) tratada industrialmente, (C) recoberta em leite de jorro sem extrato, (D) recoberta em leite de jorro com extrato de oliveira

A Figura 8 expõe o filme de recobrimento das sementes obtido em leite de jorro.

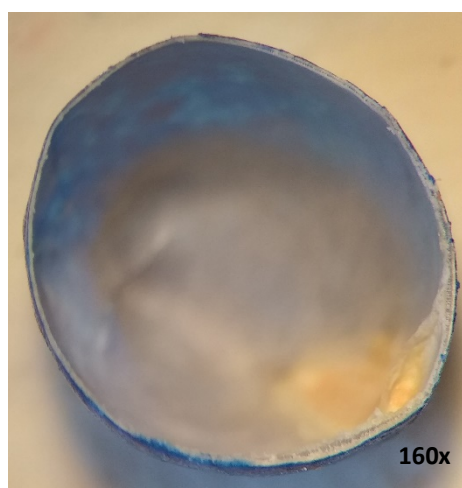


Figura 8. Microscopia do filme de recobrimento

A Figura 9 compara o recobrimento em leite de jorro com o recobrimento industrial.

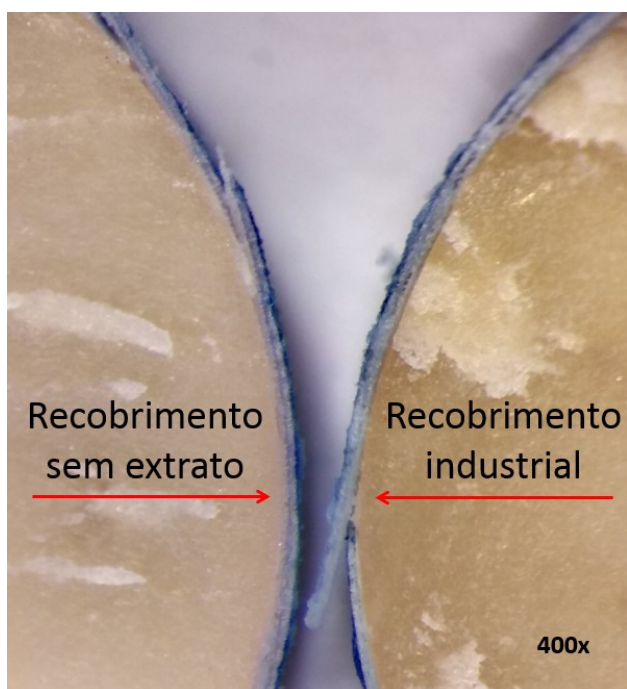


Figura 9. Comparação do recobrimento em leito de jorro e recobrimento industrial

A Figura 10 apresenta a microscopia das sementes de soja recobertas em leito de jorro com a suspensão utilizando extrato da folha de oliveira com corte *cross-section*.



Figura 10. Microscopia das sementes de soja em corte *cross-section*

A Tabela 7 indica os resultados para a germinação das sementes de soja.

Tabela 7. Valores obtidos para a caracterização quanto à germinação das sementes

Amostra	Germinação (%)
<i>in natura</i>	92,00 ± 1,33
Tratada comercialmente	99,33 ± 0,88
Recoberta em LJ sem extrato	94,67 ± 0,47
Recoberta em LJ com extrato	96,00 ± 1,33

A Figura 11 apresenta as sementes na primeira contagem, realizada no quinto dia do teste de germinação.



Figura 11. Sementes germinadas (A) *in natura*, (B) recobertas em LJ sem extrato e (C) recobertas em LJ com extrato

A Tabela 8 exhibe os resultados médios do teste de comprimento de plântulas, em que a raiz primária das plântulas foi medida com o auxílio de régua graduada. Os resultados estão expressos em cm/plântula.

Tabela 8. Resultados para a caracterização quanto ao comprimento das plântulas

Amostra	Comprimento de plântula (cm)
<i>in natura</i>	4,75 ± 1,23
Recobertas em LJ sem extrato	3,73 ± 0,89
Recobertas em LJ com extrato	4,12 ± 0,74

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para a massa específica real e massa específica aparente são próximos ao encontrado na literatura. Bruswitz (1975) obteve valores de massa específica real e aparente para a soja igual a 1,25 g/cm³ e de 0,72 g/cm³, respectivamente.

Observando os diâmetros obtidos para a semente *in natura* e para a tratada, nota-se uma pequena diferença que se deve à camada de revestimento na partícula recoberta industrialmente. O diâmetro médio obtido experimentalmente por paquimetria pode ser comparado com o valor encontrado por Duarte (2002), o qual

encontrou para as sementes de soja um diâmetro de 6 mm. A pequena diferença no valor é devido ao fato das sementes serem de variedades distintas.

Através do diagrama de *Geldart* (1973), classificaram-se as sementes de soja. Sendo possível afirmar que elas pertencem ao grupo D, assim, são partículas jorráveis, o que torna possível a utilização do leito de jorro como equipamento para o recobrimento das sementes.

As duas curvas fluidodinâmicas das Figuras 4 e 5 apresentam perfis típicos aos encontrados na literatura (MATHUR; EPSTEIN, 1974; CREMASCO, 2012). Ambas possuem o mesmo comportamento, com período de jorro estável, portanto, as duas cargas mássicas podem ser utilizadas em ensaios de recobrimento para sementes de soja. Considerando a disponibilidade, economia com o uso de insumos e visando a minimizar o tempo do processo de recobrimento, definiu-se a carga mássica em 250 g.

Para Brasil (2009), o teor de umidade para a soja, que é considerada uma semente pequena, pois possui o peso de mil sementes menor que 200 g, deve possuir umidade média em torno de 12%. Portanto o valor encontrado para as sementes *in natura* e tratada comercialmente está próximo ao descrito pelas regras para análise de sementes. As sementes recobertas em leito de jorro apresentaram um teor de umidade menor, o que se deve ao aquecimento do ar utilizado durante o ensaio de recobrimento em leito de jorro.

O resultado referente ao ensaio de recobrimento resultou em um crescimento de partículas de 0,79% para as sementes recobertas com suspensão sem extrato e de 1,096% para as sementes que foram recobertas com o extrato incorporado à suspensão. Esses valores estão abaixo do esperado, pois segundo Donida (2004), recobrimentos do tipo filmes poliméricos são caracterizados por resultar em um crescimento da partícula de 2 a 5%. Porém, um aumento do filme de recobrimento poderia prejudicar a germinação das sementes de soja recobertas em leito de jorro. Machado (2017), durante o recobrimento de sementes de cornichão, obteve um crescimento na faixa de 0,3 a 2,9% e Costa (2015) encontrou valores para o crescimento das partículas na faixa entre 0,8 e 4,41% no recobrimento de grânulos de ureia em leito de jorro.

A Figura 6 mostra uma semelhança entre as sementes que foram recobertas com a suspensão sem extrato e as recobertas com extrato na suspensão. Analisando os resultados morfológicos através da Figura 7, observam-se sementes

uniformes, lisas e esféricas. Nas sementes recobertas em leito de jorro, percebe-se que o filme envolveu a partícula por completo.

A Figura 8 confirma que o filme da semente recoberta com extrato de oliveira possui resistência mecânica, pois ao realizar o corte em *cross-section*, saiu de forma íntegra. Na Figura 9, percebe-se que o filme formado pelo recobrimento em leito de jorro é equivalente ao recobrimento industrial. A Figura 10 mostra que o recobrimento em leito de jorro utilizando suspensão com extrato da folha de oliveira é do tipo A, pois o revestimento formado possui espessura uniforme.

A porcentagem de germinação das sementes foi de $92\% \pm 1,33$ para as sementes *in natura* e maior que 94% para as sementes recobertas, o que mostra que o lote possui boa qualidade quando comparado com a literatura. O parâmetro de germinação determinado para sementes de soja produzidas em diferentes microrregiões do Brasil, na safra 2016/17, mostrou um resultado médio no Rio Grande de Sul de 90,9% (FRANÇA-NETO *et al.*, 2018). Meneghello *et al.* (2012) obtiveram testes de germinação de dois diferentes lotes, resultados de germinação acima de 85% e, no outro grupo, um poder germinativo abaixo de 85%.

Analisando a Figura 11 e a Tabela 8, percebe-se que as sementes submetidas ao processo de recobrimento não foram danificadas, pois apresentam semelhança com o comprimento das plântulas das sementes *in natura*. O que comprova novamente que as sementes mantiveram sua qualidade após passar pelo processo de recobrimento.

CONCLUSÕES

A caracterização das partículas quanto à massa específica real para as partículas *in natura* foi de $1,207 \text{ g/cm}^3$ e a massa específica aparente foi $0,681 \text{ g/cm}^3$. Esses valores estão próximos aos encontrados na literatura. Através do diagrama de Geldart, foi possível verificar que a soja é uma partícula jorrável, sendo dessa forma possível utilizar o leito de jorro como equipamento para o recobrimento das sementes. As curvas fluidodinâmicas apresentaram um comportamento típico. A carga definida nesses ensaios foi 250 g, devido à economia, com o uso de insumos e visando a um menor tempo de recobrimento.

Para os ensaios de recobrimento realizado em $70 \text{ }^\circ\text{C}$ e tempo de 20 minutos, o crescimento das partículas foi de 0,79% para sementes recobertas sem extrato e de 1,096% para as sementes recobertas com extrato de folhas de oliveira. Na análise

morfológica, observou-se que nas sementes recobertas o filme envolveu a partícula por completo.

A germinação das sementes recobertas apresentou valores superiores a 94%, o que indica que possuem boa qualidade e que não foram danificadas pelo recobrimento.

REFERÊNCIAS

- BASEGGIO, E. R. *et al.* Atividade antifúngica de extratos vegetais no controle de patógenos e tratamento de sementes de trigo. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 1, p. 22–33, jan. 2019. Disponível em: <http://revista.urcamp.tche.br/index.php/RCR/article/view/309>. Acesso em: 18 out. 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf. Acesso em: 18 out. 2018.
- BRUSEWITZ, G. H. Density of Rewetted High Moisture Grains. **Transactions of the ASAE**, v. 18, n. 5, p. 935–938, 1975. Disponível em: <http://elibrary.asabe.org/abstract.asp??JID=3&AID=36711&CID=t1975&v=18&i=5&T=1>. Acesso em: 30 out. 2018.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 5, n. 11. Brasília: CONAB, 2018. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/21088_8ca248b277426bb3974f74efa00abab6. Acesso em: 3 jul. 2018.
- COSTA, T. P. **Avaliação da fluidodinâmica e do recobrimento de grânulos de ureia em leito de jorro para minimizar as perdas de nitrogênio**. 2015. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Pampa. Programa de Pós Graduação *Stricto sensu* em Engenharia, Bagé, 2015. Disponível em: http://dspace.unipampa.edu.br:8080/bitstream/riiu/1417/1/avaliacao_da_fluidodinamica_e_do_recobrimento_de_granulos_de_ureia_em_leito_de_jorro_para_minimizar_as_perdas_de_nitrogenio_Tamí. Acesso em: 11 out. 2018.
- CREMASCO, M. A. **Operações unitárias em sistemas particulados e fluidomecânicos**. São Paulo: Blucher, 2012.
- DONIDA, M. W. **Análise das influencias das características do solido e da suspensão no processo de recobrimento em leito de jorro**. 2004. 183 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/267695>. Acesso em: 11 set. 2018.

DUARTE, C. R. D. **Uso de modelo de balanço populacional no estudo de inoculação de sementes de soja em leito de jorro**. 2002. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Dados econômicos: soja em números (safra 2017/2018)**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 18 out. 2018.

FRANÇA-NETO, J. de B. *et al.* **Características fisiológicas da semente: vigor, viabilidade, germinação, danos mecânicos tetrazólio, deterioração por umidade tetrazólio, dano por percevejo tetrazólio e sementes verdes**. Embrapa, 2018. p. 31–59. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185234/1/p-31-59.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2018.

GELDART, D. Types of gas fluidization. **Powder Technology**, v. 7, n.1, 285-292, 1973. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0032591073800373>. Acesso em: 2 jun. 2019.

KRZYZANOWSKI, F. C. *et al.* **O controle de qualidade agregando valor à semente de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 2008. Disponível em: <file:///C:/Users/Acer/Downloads/circtec54.pdf>. Acesso em: 11 set. 2018.

LIMA, *et al.* Análise físico-química de bebidas à base de soja sabor laranja. **Revista brasileira de agrotecnologia**, v. 5, n. 1, p. 23–28, 2015. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/3854>. Acesso em: 29 nov. 2018.

MACHADO, E. E. **Beneficiamento de sementes de cornichão (*Lotus corniculatus L.*) através do recobrimento em leito de jorro**. 2017. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Pampa. Programa de Pós-Graduação *Stricto sensu* em Engenharia, Bagé, 2017. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNIP_b4b21559b8c917e043687af86b19ca6b. Acesso em: 28 nov. 2018.

MACHADO, M. Entenda a importância do tratamento de sementes na soja e milho. **Revista Cultivar**, Pelotas, jan. 2018. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/noticias/entenda-a-importancia-do-tratamento-de-sementes-na-soja-e-milho>. Acesso em: 18 out. 2018.

MARTINY, T. R. **Desenvolvimento de filmes biodegradáveis a base de gelatina e carragenanas das algas vermelhas *Gigartina skottsbergii* incorporados com extrato fluido de folhas de oliveira**. 2017. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Pampa. Programa de Pós Graduação *Stricto sensu* em Engenharia, Bagé, 2017.

MATHUR, K. B.; EPSTEIN, N. **Spouted beds**. New York: Academic Press, 1974.

MENEGHELLO, G. E. *et al.* Tempo de exposição de sementes de soja ao teste de envelhecimento acelerado. **Revista Científica Rural**, v. 14, n. 1, p. 152–166, abr. 2012.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. *In*: KRZYZANOSWKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999.

PIAS, T. H. **Diferentes tipos de tratamentos de sementes para a cultura da soja (*Glycine max* L.)**. 2014. 35 f. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ. Curso de Agronomia do Departamento de Estudos Agrários, Ijuí, 2014. Disponível em: http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2518/TCCTIA_GOCORRIGIDO.pdf?sequence=1. Acesso em: 18 out. 2018.

ROSA, G. S. da. **Recobrimento de uréia em leito de jorro para minimizar as perdas de nitrogênio por volatilização**. 2010. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Química, Campinas, 2010. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/267083>. Acesso em: 15 set. 2018.

ROSA, F. *et al.* Tratamento de sementes de soja com inseticida, fungicida, micronutrientes e polímero. **Revista Científica Rural**, v. 15, n. 2, p. 176–187, abr. 2013.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos para a caracterização das partículas *in natura* foram de 1,207 g/cm³ para massa específica real e 0,681 g/cm³ para a aparente. Esses valores estão próximos aos encontrados na literatura. O conteúdo de umidade para as sementes *in natura* e tratada comercialmente, está de acordo com o encontrado na literatura, porém para as sementes recobertas em leite de jorro, esses valores ficaram abaixo da média, o que se deve ao aquecimento do ar de entrada no leite de jorro. Através do diagrama de *Geldart*, foi possível verificar que a soja é uma partícula jorrável, sendo dessa forma possível utilizar o leite de jorro como equipamento para o recobrimento das sementes.

As curvas fluidodinâmicas apresentaram um comportamento típico. A carga definida nesses ensaios foi 250 g, devido à economia, com o uso de insumos e visando a um menor tempo de recobrimento.

Para os ensaios de recobrimento realizado em 70 °C e tempo de 20 minutos, o crescimento das partículas foi de 0,79% para sementes recobertas sem extrato e de 1,096% para as sementes recobertas com extrato de folhas de oliveira. Na análise morfológica, observou-se que nas sementes recobertas o filme envolveu a partícula por completo.

A germinação das sementes recobertas apresentou valores superiores a 94%, o que indica que possuem boa qualidade e que não foram danificadas pelo recobrimento.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Considerando os resultados apresentados no presente trabalho, sugerem-se como complementação do estudo:

- caracterização quanto à massa específica pelo método de picnometria gasosa a fim de comparar com os resultados obtidos para picnometria líquida;
- realização de teste de envelhecimento acelerado que avalia a qualidade de sementes submetidas à temperatura e umidade relativa do ar elevadas;
- avaliação do desempenho das sementes no campo e durante o armazenamento; e
- estudo do potencial do extrato presente na suspensão em auxiliar contra o desenvolvimento de micro-organismos e fungos na semente.

REFERÊNCIAS

- ABATI, J.; BRZEZINSKI, C. R.; HENNING, A. A.. Semente tratada. **Revista Cultivar**, Pelotas, Ano XV, n.173, p. 30–32, out. 2013. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/revistas/110>. Acesso em: 18 out. 2018.
- ALMEIDA, A. da S. *et al.* Efeitos de inseticidas, fungicidas e biorreguladores na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. **Revista de Agricultura**, [S. l.], v. 89, n. 3, p. 172–182, 2014. Disponível em: <http://www.fealq.org.br/ojs/index.php/revistadeagricultura/article/view/173>. Acesso em: 11 out. 2018.
- AYUB, G. S. E.; ROCHA, S. C. S.; PERRUCCI, A. L. I. Analysis of the surface quality of sulphur-coated urea particles in a two-dimensional spouted bed. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 18, n. 1, mar. 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-6322001000100002&script=sci_abstract. Acesso em: 29 maio 2019.
- BASF. **Adhere® 60**: inoculante biológico para a soja. Disponível em: <https://agriculture.basf.com/br/pt/Proteção-de-Cultivos/Adhere.html>. Acesso em: 11 out. 2018.
- BENAVENTE-GARCÍA, O. *et al.* Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea* L. leaves. **Food Chemistry**, v. 68, p. 457-462, 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814699002216>. Acesso em: 11 out. 2018.
- BONATO, E. R.; BONATO, A. L. V. **A soja no Brasil**: história e estatística. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1987. Disponível em: <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=2012/BR/BR2012103900039.xml;BR19871446431>. Acesso em: 27 out. 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf. Acesso em: 18 out. 2018.
- BRUSEWITZ, G. H. Density of rewetted high moisture grains. **Transactions of the ASAE**, v. 18, n. 5, p. 935–938, 1975. Disponível em: <http://elibrary.asabe.org/abstract.asp??JID=3&AID=36711&CID=t1975&v=18&i=5&T=1>. Acesso em: 30 out. 2018.
- CAVALHEIRO, C. *et al.* Composição química de folhas de oliveira (*Olea europaea* L.) da região de Caçapava do Sul, RS. **Ciência Rural**, v. 44, n. 10, p. 1874–1879, out. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20131139>. Acesso em: 2 jun. 2019.

COMISSÃO EXECUTIVA INTERMINISTERIAL. Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br>. Acesso em: 22 mar. 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 5, n. 11. Brasília: CONAB, 2018. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/21088_8ca248b277426bb3974f74efa00abab6. Acesso em: 3 jul. 2018.

COSTA, T. P. **Avaliação da fluidodinâmica e do recobrimento de grânulos de ureia em leito de jorro para minimizar as perdas de nitrogênio**. 2015. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Pampa. Programa de Pós Graduação *Stricto sensu* em Engenharia, Bagé, 2015. Disponível em: http://dspace.unipampa.edu.br:8080/bitstream/rii/1417/1/avaliacao_da_fluidodinamica_e_do_recobrimento_de_granulos_de_ureia_em_leito_de_jorro_para_minimizar_as_perdas_de_nitrogenio_Tamf. Acesso em: 11 out. 2018.

COUTINHO, E. F. *et al.* Introdução e importância econômica. *In*: COUTINHO, E. F.; RIBEIRO, F. C.; CAPPELLARO, T. H. **Cultivo de oliveira (*Olea europaea* L.)**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009.

CREMASCO, M. A. **Operações unitárias em sistemas particulados e fluidomecânicos**. São Paulo: Blucher, 2012.

CUNHA, R. P. da *et al.* Diferentes tratamentos de sementes sobre o desenvolvimento de plantas de soja. **Ciência Rural**, v. 45, n. 10, p. 1761–1767, out. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140742>. Acesso em: 4 set. 2018.

DALL'AGNOL, A.. **A embrapa soja no contexto do desenvolvimento da soja no brasil: Histórico e contribuições**. Brasília: EMBRAPA-CNPSO, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142568/1/Livro-EmbrapaSoja-desenvolvimento-BR-OL.pdf>. Acesso em: 9 set. 2018.

DONIDA, M. W. **Análise das influências das características do sólido e da suspensão no processo de recobrimento em leito de jorro**. 2004. 183 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/267695>. Acesso em: 11 set. 2018.

DUARTE, C. R. D. **Uso de modelo de balanço populacional no estudo de inoculação de sementes de soja em leito de jorro**. 2002. 146 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.

DUARTE, C. R. **Estudo experimental e de simulação da fluidodinâmica e recobrimento em leito de jorro**. 2006. 217 p. Tese (Doutorado em Engenharias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/15049>. Acesso em: 15 set. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Embrapa destaca importância da semeadura de soja na época indicada**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 2012. Disponível em: <http://comercialbortolan.com.br/noticia.php?detalhe=440>. Acesso em: 5 out. 2018.

_____. **Dados econômicos: soja em números (safra 2017/2018)**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 18 out. 2018.

FERREIRA, T. F. **Qualidade de sementes de soja tratadas com inseticidas e fungicidas antes e após o armazenamento**. 2016. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/11015>. Acesso em: 11 out. 2018.

FRANÇA-NETO, J. de B.; KRZYZANOWSKI, C.; HENNING, F. **A importância do uso de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/661047/1/ID30537.pdf>. Acesso em: 12 set. 2018.

FRANÇA-NETO, J. de B. *et al.* **Características fisiológicas da semente: vigor, viabilidade, germinação, danos mecânicos tetrazólio, deterioração por umidade tetrazólio, dano por percevejo tetrazólio e sementes verdes**. Embrapa, 2018. p. 31–59. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185234/1/p-31-59.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2018.

FRANZIN, S. M.; ROVERSI, T. **O que é vigor de sementes?** Disponível em: <http://coral.ufsm.br/sementes/images/vigor.pdf>. Acesso em: 4 out. 2018.

FREIRE, J. T. Secagem de pastas em leito de jorro. **Tópicos especiais em secagem**. v. 1, p. 41-85. São Carlos: UFSCAR, 1992.

FREIRE, J. T.; OLIVEIRA, W. P. Aspectos tecnológicos dos processos de recobrimento de partículas. **Tópicos especiais em secagem**. v. 1, p. 253-293. São Carlos: UFSCAR, 1992.

GELDART, D. Types of gas fluidization. **Powder Technology**, v. 7, n. 1, p. 285-292, 1973. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0032591073800373>. Acesso em: 2 jun. 2019.

GOGGI, S. *et al.* Integration of natural seed treatments in organic and open-pollinated corn systems. **Leopold Center Completed Grant Reports**, v.17. p. 18-20, 2008. Disponível em: http://lib.dr.iastate.edu/leopold_grantreports/295. Acesso em: 2 jun. 2019.

GRÃOS. Polímeros proporcionam maior uniformidade no plantio. **Campo e Negócios**. 2014. Disponível em: <http://www.revistacampoenegocios.com.br/polimeros-proporcionam-maior-uniformidade-no-plantio/>. Acesso em: 14 set. 2018.

HENNING, A. A. *et al.* **Tratamento e inoculação de sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1994. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/18650/1/comtec54.pdf>. Acesso em: 29 set. 2018.

_____. Importância do tratamento de sementes de soja com fungicidas na safra 2010/2011, ano de “La Niña”. **Informativo Abrates**, v. 20, n.1 e 2, p. 55-61, ago. 2010. Disponível em: https://www.abrates.org.br/img/informations/b4da4695-fbe3-42ce-9577-ce0e06dd1e6b_INFORMATIVO_FINAL.pdf. Acesso em: 14 set. 2018.

_____. **Patologia e tratamento de sementes**: noções gerais. Londrina: Embrapa Soja, 2005. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/189975384/Patologia-e-Tratamento-de-Sementes-Nocoas-Gerais>. Acesso em: 12 set. 2018.

_____. **Tratamento de sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. Disponível em: <http://radar.cnpso.embrapa.br:8080/documents/10179/16724/Tratamento+de+sementes+de+soja/ff6d84d5-1e97-44c8-bb8f-30acaa8d9078?version=1.0>. Acesso em: 14 set. 2018.

JARDINE, J. G.; BARROS, T. D. **Soja**. Campinas: EMBRAPA-CNPSo, 2018. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vmz02wx5eo0sawqe3vtdl7vi.html>. Acesso em: 9 set. 2018.

KECHICHIAN, V. **Adição de ingredientes antimicrobianos em filmes biodegradáveis à base de fécula de mandioca**. 2007. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/tde-13082007-155057/publico/capacartacartalograficaagradecimentosresumoeabstract.pdf>. Acesso em: 24 maio 2019.

KLEINBACH, E.; RIEDE, T. Coating of solids chemical engineering and processing. **Elsevier**, p.329-337, 1995. Disponível em: https://ac-els-cdn.ez96.periodicos.capes.gov.br/0255270194040214/1-s2.0-0255270194040214-main.pdf?_tid=5fcd9c7b-399f-4880-ae83-18b46ebbc51c&acdnat=1537290133_dfddce5fce0727ef7e4c64dfdaccb976. Acesso em: 18 set. 2018.

KRZYŻANOWSKI, F. C. *et al.* **O controle de qualidade agregando valor à semente de soja**, Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/466877>. Acesso em: 11 set. 2018.

LOPES, N. E.; TARANTO, O. P.; MORIS, V. A. **Identificação do regime fluidodinâmico do leito de jorro durante o recobrimento de partículas**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2007.

LORINI, I. **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil: safra 2014/15**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. Disponível em : <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185234/1/p-31-59.pdf>. Acesso em: 27 set. 2018.

LUDWIG, M. P. *et al.* Eficiência do recobrimento de sementes de soja em equipamento com sistema de aspersão. **Ciência Rural**, v. 41, n. 4, p. 557–563, abr. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n4/a911cr3248.pdf>. Acesso em: 14 set. 2018.

MACHADO, E. E. **Beneficiamento de sementes de cornichão (*Lotus corniculatus* L.) através do recobrimento em leito de jorro**. 2017. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Pampa. Programa de Pós Graduação *Stricto sensu* em Engenharia, Bagé, 2017. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNIP_b4b21559b8c917e043687af86b19ca6b. Acesso em: 28 nov. 2018.

MACHADO, M. Entenda a importância do tratamento de sementes na soja e milho. **Revista Cultivar**, Pelotas, jan. 2018. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/noticias/entenda-a-importancia-do-tratamento-de-sementes-na-soja-e-milho>. Acesso em: 18 out. 2018.

MAIA, T. F. **Avaliação de extratos vegetais para obtenção de sabonetes com atividade antimicrobiana**. 2015. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/6521>. Acesso em: 24 mai. 2019.

MARTINY, T. R. **Desenvolvimento de filmes biodegradáveis a base de gelatina e carragenanas das algas vermelhas *Gigartina skottsbergii* incorporados com extrato fluido de folhas de oliveira**. 2017. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Pampa. Programa de Pós Graduação *Stricto sensu* em Engenharia, Bagé, 2017.

MATHUR, K. B.; EPSTEIN, N. **Spouted beds**. New York: Academic Press, 1974.
MENDES, P. A. F. **Caracterização da fração fenólica e atividade biológica de azeitonas de mesa ao natural produzidas na região de Trás-os-Montes**. 2012. 97 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Segurança Alimentar) - Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2012. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/handle/10198/7876>. Acesso em: 26 maio 2019.

MINSEN, G. A soja. **Revista Agrícola do Rio Grande do Sul**, Pelotas, 1901, v. 5, n. 1, p. 2-4.

OLIVEIRA, H. V. A.; PEIXOTO, M. P. G.; FREITAS, L. A. P. Study on the efficiency of hard gelatine capsules coating in a spouted bed. **Drying Technology**, Philadelphia, v. 23, p.2039-2053, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/238136086_Study_on_the_Efficiency_of_Hard_Gelatin_Capsules_Coating_in_a_Spouted_Bed. Acesso em: 13 maio 2019.

PACETTA, C. F. **Estudo de diferentes metodologias para obtenção de extratos de folhas de oliveira (*Olea europaea*) contendo oleuropeína**. 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74132/tde-05052014-135759/pt-br.php>. Acesso em: 26 maio 2019.

PARISI, J. J. D.; MEDINA, P. F. **Tratamento de sementes**. Campinas: Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Fitossanidade, 2012. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/81.pdf. Acesso em: 12 set. 2018.

PIAS, T. H. **Diferentes tipos de tratamentos de sementes para a cultura da soja (*Glycine max* L.)**. 2014. 35 f. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ. Curso de Agronomia do Departamento de Estudos Agrários, Ijuí, 2014. Disponível em: http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2518/TCCTIA_GOCORRIGIDO.pdf?sequence=1. Acesso em: 18 out. 2018.

PITTELKOW, F. Importância da qualidade das sementes. **Boletim técnico 22**. Fundação de Pesquisa e Desenvolvimento Rio Verde, 2014. Disponível em: <http://www.fundacaorioverde.com.br/publicacoes/67>. Acesso em: 8 set. 2018.

REVISTA RURAL. Tratamento de sementes - combate às pragas antes da lavoura. **Revista Rural**, v.139, set. 2009. Disponível em: <http://www.revistarural.com.br/edicoes/item/5521-tratamento-de-sementes-combate-as-pragas-antes-da-lavoura>. Acesso em: 14 set. 2018.

ROCHA, S. C. S.; TARANTO, O. P.; MORIS, V. A. Recobrimento de partículas em leitos de jorro e fluidizado. **Fenômenos de transporte em sistemas particulados, fundamentos e aplicações**. São Carlos: UFSCAR, v.1, p.131-164, 2009.

ROSA, G. S. da. **Recobrimento de uréia em leito de jorro para minimizar as perdas de nitrogênio por volatilização**. 2010. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Química, Campinas, 2010. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/267083>. Acesso em: 15 set. 2018.

SANTUCCI, D. Entenda a importância do tratamento de sementes na soja e milho. **BASF**, jan. 2018. Disponível em: <https://www.basf.com/br/pt/company/news-and-media/news-releases/2018/01/Entenda-a-importancia-do-tratamento-de-sementes-na-soja-e-milho.html>. Acesso em: 18 out. 2018.

SUDJANA, A. N. *et al.* Antimicrobial activity of commercial *Olea europaea* (olive) leaf extract. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 33, p. 461-463, 2009. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19135874>. Acesso em: 20 out. 2018.

TARANTO, O. P. **Monitoramento de regimes e recobrimento de partículas em leitos de jorro bidimensionais**. 1996. 186 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Química, Campinas, 1996. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/266377/1/Taranto_OsvaldirPeireira_D.pdf. Acesso em: 20 nov. 2018.

TAYLOR, A. G.; HARMAN, G. E. Concepts and technologies of selected seed treatments. **Phytopathology**, v. 28, p. 321–339, 1990. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.py.28.090190.001541>. Acesso em: 23 set. 2018.