



## EXTRAÇÃO DE SOLÚVEIS DE CAVALINHA (*Equisetum hyemale*)

W. M. ROCHA<sup>1</sup>, F. G. M. PORTO<sup>2,3</sup>, T. O. R. BEAN<sup>4</sup>, L. C. ASSIS<sup>1</sup> J. R. D. FINZER<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Uberaba, PPGEQ – Mestrado Profissional em Engenharia Química

<sup>2</sup>SATIS- Satis Indústria e Comércio Ltda – Araxá – MG

<sup>3</sup>Univeridade Federal de Uberlândia, PPGEQ- Doutorado em Engenharia Química

<sup>4</sup>FAZU – Faculdades Associadas de Uberaba- Curso de agronomia

**RESUMO** – Atualmente os países possuem uma grande preocupação em relação a preservação do meio ambiente e saúde humana, e para conseguir avanços é crucial a evolução no desenvolvimento de produtos relacionados a este tema. Um dos grandes objetivos de estudo na produção de agroquímicos são matérias primas alternativas como plantas medicinais, que apresentam ações de defensivos agrícolas e que não resultam efeitos maléficos ao meio ambiente e a população microbiana benéfica. Visando este segmento, o objetivo deste trabalho foi elaborar extrato de *Equisetum hyemale*, popularmente conhecida com Cavalinha por ser uma planta medicinal e que possui altas concentrações de sílica.. Após a colheita, efetuou-se a higienização da Cavalinha, pré-secagem, moagem, extração sólido-líquido e filtração a vácuo. Foram efetuadas determinações de umidades e de porcentagem de solutos extraídos nos procedimentos experimentais. A operação com álcool etílico 100% possibilitou melhor extração de solúveis em um tempo de 30 minutos.

### 1. INTRODUÇÃO

No Brasil as perdas de alimentos no seguimento vegetal por conta de doenças patogênicas e pragas apresentam um prejuízo de R\$55 bilhões de reais por ano segundo dados registrados em 2015. Em relação a perdas por competição de pragas (culturas principais prejudicadas por plantas daninhas em seu desenvolvimento) apresenta prejuízo de R\$ 9 bilhões de reais (Fowler, 2020).

Plantações estão expostas a uma ampla gama de patógenos causadores de doenças que em sua maioria são controladas mediante a utilização de agroquímicos e que se não for aplicado adequadamente podem desencadear efeitos maléficos tanto ao meio ambiente quanto a saúde de utilizadores e consumidores (Guimarães, 2015).

O Brasil é um país que detém uma grande demanda alimentar, para tal tem uma imensa preocupação a respeito de preservação do meio ambiente e saúde humana, e para que ocorram melhorias, a evolução dos agroquímicos (ou defensivos agrícolas) é crucial para se manter em alto nível o ramo agropecuário (Fowler, 2020). Assim, diversos estudos mostram o potencial de plantas medicinais no controle fitopatogeno apresentando sua ação como defensivo agrícola sem efeitos maléficos. (Guimarães, 2015)

As plantas medicinais contemplam de substâncias ou classes de substâncias responsáveis por ações terapêuticas. Atualmente estão sendo bastante utilizadas como recurso medicinal alternativo



para tratamento de diversas enfermidades. Por ser matéria orgânica e mais acessível a população pode apresentar um grande potencial contra inúmeras pragas e doenças presentes no meio agrícola, diminuindo até a degradação de solos (Carneiro, 2014).

A planta medicinal *Esquisetum hyemale* conhecida como cavalinha, cavalinha-gigante, erva-canudo, rabo-de-cavalo entre outros, apresenta grande potencial para finalidade de defensivos agrícolas. A *Esquisetum hyemale* pertence à família das *Equisetaceae* nativa do continente americano, ela é distribuída por todo território brasileiro com maior aglomeração no Sul do país. É composta por Ácido silícico, Ácido gálico, Resinas, Sais de Potássio, Tiaminas, Luteolina, Saponinas, Compostos Orgânicos (Ca, Mg, Na, F, Mn, Si, S, P, Cl e K), Triglicerídeos (Ácido Oléico, Esteárico, Lenoléico, Elinolênico), Óleos, Flavonóides (Isoquercetina, Esquisetina, Canferol, Galutenina, Fitosterol), Alcalóides (Metosapiridina, Nicotina, Palustrina, Palustrinina), Vitamina C e Taninos. (Guimarães et al., 2015).

Ações de extratos de Cavalinha sobre as plantas atua na indução de sua resistência pela ativação das fitoalexinas, que são metabolitos secundários que demonstram grandes ações na proteção contra vários tipos de patógenos (Guimarães, 2015).

Com isso, devido as plantas serem organismos eucariontes multicelulares, e à existência de inúmeros microrganismos, cada espécie pode reagir de variadas formas sob ação do extrato de Cavalinha. Portanto, a Cavalinha demonstra um imenso potencial de ativação de resposta de defesa vegetal e estudos demonstram que seja apta para atividades agroquímicas.

Sendo objetivo do estudo elaborar extrato de *Esquisetum hyemale* ou Cavalinha, pelo método de extração sólido-líquido e realizar análises para confirmação de fortalecimento de plantas com o intuito de evitar doenças ou pragas propostas pelo meio onde se desenvolvem, aplicando um produto não prejudicial à saúde humana e ao meio ambiente.

## 2. PRINCIPAIS ETAPAS UTILIZADAS

### 2.1 – Operação de Secagem

A secagem faz parte do pré-processamento de produtos, visando parte da retirada de água nele presente. Consiste em uma operação de transferência simultânea de calor e massa (umidade) entre o produto e o ar de secagem. Tal retirada de água deve ser realizada em condições operacionais pouco agressivas para que o produto não perca suas qualidades nutritivas e para preservação de sua aparência (Silva; Afonso; Donzelles, 2018)

### 2.2 – Sistema de Moagem

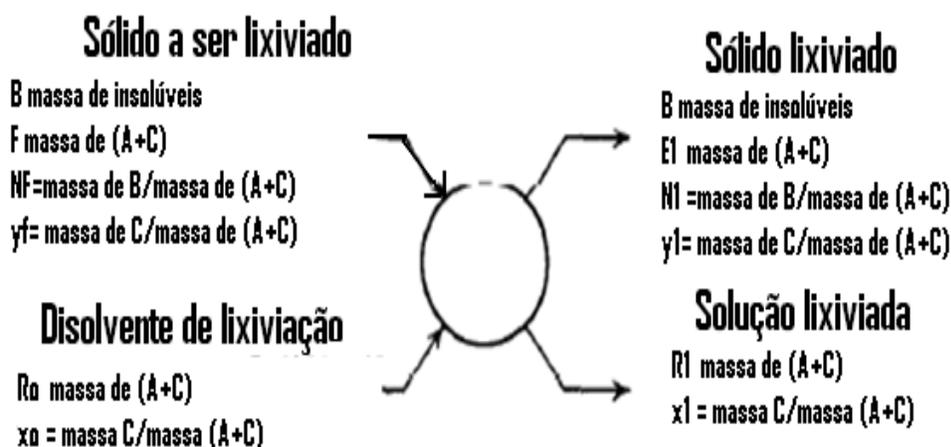
Em muitos processos industriais tem-se a necessidade de reduzir o tamanho das partículas sólidas visando um maior desempenho em etapas de processamento, no caso de extrações aumentando a superfície de contato do sólido com o solvente. A moagem faz parte de operações unitárias com finalidade de reduzir o tamanho de uma partícula pela aplicação de forças de impacto, compressão ou abrasão, sendo constantemente utilizada com grãos e cereais para reduzi-los a farinha em pó (Silva; Afonso; Donzelles, 2018).



### 2.3 – Extração sólido-líquido

A extração sólido-líquido (lixiviação), consiste na técnica de separação de um ou mais constituintes de uma mistura por contato de um material como solventes em fase líquida.

A Figura 1 apresenta o sistema de extração de solúveis utilizado em escala laboratorial do projeto atual.



**Figura 1.** Etapa única de lixiviação (TREYBAL, 1968); (YOSHIDA, 2005); (ARAÚJO et al., 2020).

## 3. MATERIAL E MÉTODOS

Os equipamentos utilizados nesta pesquisa foram: Secador Pardal, sendo este um desidratador de pequeno porte e fácil manuseio, modelo New Hobby Digital; Medidor de umidade Mettler Toledo com sistema infravermelho, modelo HE53; Bomba de vácuo Tecnal, com sistema de filtração, modelo TE-058; Balança analítica Bel Engineering, modelo Mark; Moinho de fluxo contínuo para grãos e materiais secos Marconi, modelo MA600; Sistema de vibração de peneiras da série Tyler.

A obtenção do extrato de cavalinha foi efetuada pelas seguintes etapas:

- 1) A obtenção da planta é uma das mais influenciadoras do processo, onde são selecionados exemplares mais desenvolvidos e com suas colorações características (Verde-amarelada), onde no laboratório são devidamente higienizadas.
- 2) Segue uma pré-secagem com ar em escoamento na temperatura de 50°C por 1 hora. Isso possibilita a ocorrência de redução de tamanhos com uso de moinho de facas.



**Figura 1** – Exemplares de Cavalinha e Secador pardal utilizado na pré-secagem. Fonte: Autor

- 3) A moagem é efetuada visando a diminuição de tamanho das unidades de Cavalinha.
- 4) Após o preparo da Cavalinha com as operações preliminares, efetua-se a extração sólido-líquido. O material (Cavalinha triturada) entra em contato com o solvente,  $C_2H_5OH$  (Álcool Etilico) e  $H_2O$  (Água), usados no estudo atual.
- 5) Posteriormente, por filtração a vácuo são separados o sólido da solução lixiviada.
- 6) Desta forma o extrato e o sólido lixiviado são analisados para quantificação do teor de sólidos e avaliação do desempenho do sistema de separação em termos da concentração de sólidos solúveis e umidade.

O estudo teve em seu planejamento inicial o desenvolvimento efetuado em três fases, com variação de concentração do solvente, tempo e temperatura. A Tabela 1 apresenta os parâmetros e suas variações.

**Tabela 1 - Parâmetros com variações aplicadas ao extrato de Cavalinha.**

Parâmetros de Elaboração de Extrato	Parâmetros de teste			
<b>Tempo de extração (min)</b>	15	30	60	120
<b>Concentração de solvente (<math>C_2H_5OH</math>) % (m/m)</b>	0	33	66	100
<b>Temperatura de extração (<math>^{\circ}C</math>)</b>	25	31	37,5	50

Para o tempo de extração foram realizados testes em 15, 30, 60 e 120 minutos. A Concentração de solvente usadas foram 0, 33, 66 e 100% (m/m) na elaboração do extrato. Na extração utilizou-se 100 ml de solvente para cada 1 g de cavalinha triturada. Todos os testes foram realizados em triplicata.

Para quantificação de umidade foi utilizado a Balança Mettler Toledo que por meio de radiação infravermelho quantifica a umidade da matéria prima. O resultado desta análise é importante



para realização de cálculos gerais de umidade e de porcentagens de extrações de solutos nos procedimentos.



**Figura 2** – Balança Mettler Toledo determinadora de umidade. Fonte: Autor.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Deve-se destacar que a umidade da cavalinha pós secagem e pós moagem são diferentes, isso se deve a variação de temperatura e energia em que a cavalinha é submetida dentro do moinho. Assim esse conhecimento é de extrema importância na realização de cálculos posteriores.

Com a cavalinha moída planejou-se as variações de concentração dos solventes. As amostras trituradas foram inseridas em um balão com condensador, possibilitando refluxo do solvente. Em todas concentrações o sólido a ser lixiviado esteve em contato com o solvente por 15 minutos a 50°C em agitação. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos com variação de concentração de solvente.



**Tabela 2 - Resultados de variação de concentração de solvente.**

DADOS DE EXTRAÇÃO COM VARIAÇÃO DE CONCENTRAÇÕES DE ETANOL												
Concentrações	100%			66%			33%			0%		
Mcvi	1,007	1,001	1,008	1,003	1,003	1,005	1,002	1,009	1,001	1	1,008	1,004
Meti	80,108	80,073	80,164	52,69	52,642	52,54	26,278	26,31	26,334	0	0	0
Magi	0	0	0	33,283	33,214	33,3	65,825	65,814	65,815	100,007	100,005	100,002
Mcvf	0,472	0,514	0,538	0,871	0,916	0,911	1,356	1,419	1,286	1,448	1,482	1,418
Mcvs	0,373	0,425	0,408	0,479	0,517	0,497	0,46	0,455	0,45	0,382	0,407	0,402
Mex	73,08	73,612	72,968	76,006	75,54	76,481	82,831	83,222	82,271	93,339	94,498	95,075
Rendimento de Extração	90,09%	90,80%	89,89%	87,39%	86,97%	88,07%	88,97%	89,36%	88,32%	92,41%	93,55%	94,13%
Perda de Extração	9,91%	9,20%	10,11%	12,61%	13,03%	11,93%	11,03%	10,64%	11,68%	7,59%	6,45%	5,87%
Teor de solidos no filtrado	0,357%	0,279%	0,310%	0,200%	0,151%	0,177%	0,206%	0,216%	0,219%	0,265%	0,241%	0,242%

**Legendas de siglas tabela 2: Mcvi, Massa de cavalinha inicial; Meti, Massa de etanol inicial; Magi, Massa de água inicial; Mcvf, Massa de cavalinha final; Mcvs, Massa de cavalinha pós secagem; Mex, Massa de extrato obtido.**

Na sequência do desenvolvimento do projeto a segunda fase, onde operou-se com variação de tempo, foi definida a concentração de 100% de C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH (Álcool Etílico) como a melhor opção para os procedimentos. Assim os extratos obtidos operando com variação do tempo apresentaram os resultados mostrados na Tabela 3. Nos ensaios experimentais operou-se na temperatura de 50°C e na concentração de 100% de C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH (Álcool Etílico).

**Tabela 3 - Resultados variação de tempo.**

DADOS DE EXTRAÇÃO COM VARIAÇÃO DE TEMPO												
Tempo	15 min			30 min			60 min			120 min		
Mcvi	1,007	1,001	1,008	1,006	1,002	1,003	1,001	1,005	1,002	1,008	1,004	1,004
Meti	80,108	80,073	80,164	78,979	79,042	78,941	78,918	78,926	78,906	78,942	79,02	78,995
Magi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mcvf	0,472	0,514	0,538	0,883	0,758	0,865	0,931	0,923	0,917	0,984	0,895	0,901
Mcvs	0,373	0,425	0,408	0,598	0,598	0,615	0,596	0,635	0,636	0,725	0,754	0,753
Mex	73,08	73,612	72,968	70,58	71,088	70,144	69,954	70,77	69,209	70,705	72,752	72,099
Rendimento de Extração	90,09%	90,80%	89,89%	88,24%	88,81%	87,74%	87,53%	88,54%	86,61%	88,44%	90,91%	90,12%
Perda de Extração	9,91%	9,20%	10,11%	11,76%	11,19%	12,26%	12,47%	11,46%	13,39%	11,56%	9,09%	9,88%
Teor de solidos no filtrado	0,357%	0,279%	0,310%	0,462%	0,454%	0,437%	0,462%	0,407%	0,411%	0,284%	0,231%	0,235%

**Legendas de siglas tabela 3: Mcvi, Massa de cavalinha inicial; Meti, Massa de etanol inicial; Magi, Massa de água inicial; Mcvf, Massa de cavalinha final; Mcvs, Massa de cavalinha pós secagem; Mex, Massa de extrato obtido.**



Comparando os resultados da Tabela 3, foi observado que a melhor extração ocorreu no tempo de 30 minutos, sendo assim foi selecionado para sequência da terceira etapa do projeto, onde ocorrerá a variação de temperatura de extração, o resultado será divulgado em outra comunicação.

Com auxílio da balança determinadora de umidade Mettler Toledo, onde quantifica a umidade por meio de radiação infravermelho foi quantificada a umidade da cavalinha in natura encontrando o resultado de 69,75 % de massa de H<sub>2</sub>O, após a etapa de secagem e moagem novamente quantificou-se a umidade do sólido obtendo-se 23 – 32 % de massa de H<sub>2</sub>O (Água). Esse resultado é importante na realização de cálculos gerais de umidade e de porcentagens de extrações de solutos em cada procedimento, resultados estes apresentados nas Tabelas 2 e 3.

A figura 3 apresenta o resultado da extração de solúveis de cavalinha sendo este o extrato, e o sólido retido no sistema de filtração a vácuo.



**Figura 3** – Extrato de cavalinha e sólido retido em filtro. Fonte: Autor.

## 5. CONCLUSÃO

Na variação de concentração, o parâmetro de 100% de C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH (Álcool Etílico) foi selecionado como o melhor para sequência do projeto, por apresentar melhor rendimento no teor de sólidos no filtrado, significando que solvente sendo 100 % absorveu maiores porcentagens do sólido lixiviado podendo assim ter mais componentes com propriedades ativas da Cavalinha.

Para variação de tempo, obteve-se uma melhor extração para o tempo de 30 minutos. É importante observar que após 30 minutos em que o tempo de extração aumenta, o teor de sólidos tem a tendência de redução, isso se deve ao extrato poder já estar saturado e não absorver mais nutrientes e influência da amostra processada, apesar de ter sido efetuado em triplicata.

Por ser um projeto em desenvolvimento, próximos estudos trarão variações de temperatura na extração, e serão realizadas análises microbiológicas para confirmação de eficiência do extrato em fungos que prejudicam as lavouras.



## 6. REFERÊNCIAS

BARROS, Talita Delgrossi. **Biofertilizantes.** Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fj1gh4ku02wyiv802hvm3jd85f37c.html>. Acesso em: 06 abr. 2020.

CARNEIRO, Fernanda Melo; SILVA, Maria José Pereira da; BORGES, Leonardo Luiz; ALBERNAZ, Lorena Carneiro; COSTA, Joana Darc Pereira. **Tendências dos estudos com plantas medicinais no Brasil.** Iporá: Documentos, v.3. p.44-75. 2014.

COELHO, Antonio Carlos de Andrade. **Extração sólido-líquido a quente de lipídeos de alimentos industrializados.** Poços de Caldas: Documentos, p.9-30. 2015.

FOWLER, João. **Defensivos Agrícolas: saiba o que são, os tipos e a importância dos agroquímicos para a produção rural.** 2018. Disponível em: <https://tecnologianocampo.com.br/defensivos-agricolas/>. Acesso em: 12 abr. 2020.

GUIMARÃES, SS; MAZARO, SM; FREDDO, ÁR; WAGNER JÚNIOR, A. **Potencial de preparados de cavalinha (*Equisetum* sp.) na síntese de metabólitos de defesa em cotilédones de soja (*Glycine max* L.) e o efeito sobre o crescimento de *Rhizoctonia solani* Kuhn, in vitro.** Campinas: Documentos, v.17. p.143-149. 2015.

LEAL, Marco Antônio. **Produção de fertilizante orgânico de origem 100% vegetal por meio da compostagem.** Embrapa Agroecologia e Produção Orgânica, 2014.

MAUL, Aldo Adolar; WASICKY, Roberto; BACCHI, Elfriede Marianne. **Extração por fluido supercrítico.** São Paulo: Documentos, p.185-200. 1996.

QUEIROZ, Sonia; COLLINS, Carol; JARDIM, Isabel. **Métodos de extração e/ou concentração de compostos encontrados em fluidos biológicos para posterior determinação cromatográfica.** Campinas: Documentos, v.24. p.68-76. 2001.

## 7. AGRADECIMENTOS

Agradeço a SATIS (Satis Industria e Comercio Ltda), FAZU (Faculdade Associadas de Uberaba), UNIUBE (Universidade de Uberaba) e a FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais), por todos equipamentos e materiais disponibilizados ao projeto, e a todo auxílio que tive por essas instituições.