

## Avaliação da atividade reológica e imunomodulatória das células mononucleares do sangue de bovinos estimuladas pelo óleo de soja



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-028>

### Patrícia Gelli Feres de Marchi

Doutora/ Universidade Federal de Mato Grosso  
E-mail: pgfmarchi.ufmt@gmail.com

### Ellen Fernanda Brito da Costa

Agrônoma/ Universidade Federal de Mato Grosso.

### Aron Carlos de Melo Cotrim

Doutor/ Universidade Federal de Mato Grosso.

### Gabriela Feres de Marchi

Graduação em agronomia / Universidade Federal de Mato Grosso.  
E-mail: pgfmarchi.ufmt@gmail.com

### Kênia Maria Rezende Silva

Mestre/ Universidade Federal de Mato Grosso

### Daniela Lacerda Alves da Silveira

Médica veterinária.

### Cassio Toledo Messias

Doutor/Universidade Federal do Acre.

### Naiá Carla Marchi de Rezende-Lago

Doutora/ Centro Universitário Moura Lacerda

### RESUMO

Os óleos vegetais e gorduras vegetais podem ser designados como produtos constituídos especialmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécies vegetais. A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivada no Brasil para a produção de grãos é uma planta herbácea, da classe Rosidae, ordem Fabales, família Fabaceae. O

óleo de soja surgiu como um subproduto do processamento do farelo de soja e tornou-se um dos líderes mundiais no mercado de óleos. Emulsões lipídicas preparadas com óleos de soja são usadas para nutrição parenteral desde 1961 com início na Europa. Os ácidos graxos auxiliam em diversos aspectos celulares como: integridade das membranas, regulação da permeabilidade e ainda atuam como percussores de alguns dos principais moduladores de respostas do sistema imunológico. A *Escherichia coli* é uma bactéria bastante conhecida, pertence à família das Enterobacteriaceae e tem como principal alvo o intestino de humanos e animais. O objetivo do presente trabalho foi avaliar as características reológicas do sangue periférico bovino na presença do óleo de soja refinado. Além de avaliar a viabilidade e o efeito microbida de fagócitos mononucleares do sangue periférico bovino na presença do óleo de soja refinado. Concluiu-se que as características reológicas do sangue periférico bovino não houve diferença estatisticamente na presença do óleo de soja. A viabilidade de fagócitos mononucleares do sangue periférico bovino com a presença do óleo de soja refinado não obteve diferença estatísticas. E também o efeito microbida dos fagócitos do sangue bovino não obteve resultados estatísticos.

**Palavras-chave:** EPEC, fagocitose, *Glycine max* (L.) Merrill., óleos vegetais, reologia

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com a resolução nº 270 de 22 setembro 2005, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os óleos e as gorduras vegetais podem ser designados como produtos constituídos



especialmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécies vegetais, podendo englobar pequenos grupos de outros lipídeos, como fosfolipídios, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres naturalmente presentes no óleo ou gordura” (BRASIL, 2005). Ao passar dos anos, os óleos vegetais foram cada vez mais utilizados e procurados, sendo a sua maior utilização no ramo alimentício. No entanto, além de sua propriedade nutricional, também apresentam importância industrial e farmacológica (BROCK et al., 2008; MENDONÇA, 2005).

A literatura descreve que os óleos vegetais apresentam uma grande diversidade de antioxidantes naturais, tais como: os tocóis ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - e  $\delta$ -tocoferol e tocotrienol); os carotenoides, que são pigmentos lipossolúveis podendo ser amarelo, vermelho e laranja, encontrados em vários frutos e vegetais; os compostos fenólicos que são fracionados em flavonoides e não flavonoides e são bastantes encontrados na natureza, e nos vegetais são mais comuns o grupo dos flavonoides e os esteróis que também são bastantes distribuídos na natureza, onde o  $\beta$ sitosterol é um dos principais sintetizados pelas plantas (CHAIYASIT et al., 2007; SILVA, et al., 2015).

O óleo essencial bastante conhecido mundial e o óleo de soja. A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivada no Brasil para a produção de grãos é uma planta herbácea, da classe Rosidaeae, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, tribo Phaseoleae, gênero *Glycine* L. espécie max. (NEPOMUCENO et al., 2021)

A soja é cultivada em todo o mundo. Devido a sua grande demanda industrial se encontra de alguma forma na mesa do consumidor, por exemplo, como óleo, margarinas, panificação, massas alimentícias, leite de soja dentre outros.

No Brasil, a soja foi inserida em meados de 1882 na Bahia, mas sem sucesso (NUNES, 2020). Somente em 1892 foi cultivada pela primeira vez no Instituto Agrônômico de Campinas. Nos anos de 1970 se intensificou ainda mais a expansão da soja no Brasil com a industrialização e uma variedade de utilização dentre elas: adubação verde, alimentação humana (óleo, margarina, panificação, massas alimentícias, simulados de carne, leite de soja etc.), nutrição animal (planta fenada, silagem, farelo, soja torrada), entre outros (CAMARA, 2015).

Nesse período de expansão o agricultor foi fortemente atraído a mudar outras culturas pela soja e a ampliar suas áreas exploradas em razão das altas cotações no mercado internacional (BONATO; BONATO, 1987).

A expansão dos plantios de soja no Brasil sempre esteve agregada ao desenvolvimento acelerado de tecnologias e pesquisas focadas no atendimento da demanda externa (APROSOJA, 2023).

Um dos importantes intermediários desse processo de crescimento da sojicultura brasileira foi a Embrapa, que tem avançado desde esse período novas cultivares adaptadas às condições climáticas das regiões produtoras como, Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná (APROSOJA, 2023).



A soja é uns dos principais produtos de pauta de exportação brasileira. O Brasil, no ano de 2019, ocupou o segundo lugar como maior produtor de soja no ranking mundial com 114.843 milhões de toneladas, (CONAB, 2019). As maiores produções vêm dos estados de Mato Grosso (28%), Rio Grande do Sul (16%), Paraná (14%) e Goiás com 10% (EMBRAPA, 2019).

A produção brasileira de grãos na safra de 2022/23 pode chegar a 309,9 milhões de toneladas. Quase metade desse volume total é em razão das lavouras de soja, o que representa uma colheita em torno de 151,4 milhões de toneladas, como mostra o 6º Levantamento da Safra de Grãos 2022/23 segundo a CONAB.

A soja tem em sua composição aproximadamente 40% de proteínas, 20% de lipídios, 17% de celulose e hemicelulose, 7% de açúcares, 5% de fibra e 6% de cinzas. Na atualidade, ela tem dominado o mercado mundial tanto de proteína vegetal como de óleo comestível. O óleo de soja surgiu como um subproduto do processamento do farelo de soja e se tornou um dos líderes mundiais no mercado de óleos (JORGE, 2009).

Existem várias formas para que seja realizada a extração de óleos vegetais, a forma utilizada depende das características da origem oleaginosa. No entanto, existem etapas que são consideradas essenciais nos processos que são: a prensagem mecânica, extração à solvente ou autoclavagem (RAMALHO; SUAREZ, 2013).

O óleo de soja é composto por glicerídeos, fosfatídeos, matéria insaponificável (esteróis, tocoferóis, esqualenos), ácidos graxos livres e traços de metais (ferro e cobre). Dentre os grupos citados os que estão em maior abundância são os glicerídeos (95 a 97% em peso do óleo) este grupo é formado por ácidos graxos saturados e insaturados (MORETO; ALVES, 1986; GUNSTONE, 2005).

Os ácidos graxos saturados são compostos por: Láurico, Mirístico, Palmítico, Esteárico e Arquidico. E os ácidos graxos insaturados são compostos por: Palmitoleico, Oleico, Linoleico e Linolênico.

Conforme as características do óleo, como grau de preparação e qualidade, podemos classificar o óleo de soja em 3 grupos: bruto ou cru (modo a qual foi extraído o grão); degomado ou purificado (no qual foi feito a extração de fosfolipídios); refinado (ó óleo que é neutralizado, clarificado e desodorizado).

Emulsões lipídicas preparadas com óleos de soja são usadas para nutrição parenteral desde 1961 com início na Europa. Os ácidos graxos auxiliam em diversos aspectos celulares como: integridade das membranas, regulação da permeabilidade e ainda atuam como percussores de alguns dos principais moduladores de respostas do sistema imunológico (CARPENTIER et al., 2000).

O sistema imunológico é constituído por diversas células e moléculas espalhadas por todo o organismo e define biologicamente pela competência de reconhecer em específico determinadas



estruturas moleculares ou antígenos e evoluir uma resposta efetora diante destes estímulos ocasionando a sua destruição ou inativação (MARTÍNEZ. ALVAREZ-MON, 1999).

A *Escherichia coli* uma cepa capaz de se aderir à parede do intestino, causando inflamação e alterando a capacidade deste em absorver água e alimentos, o que resulta em diarreia aquosa. Adultos costumam ganhar imunidade contra esta cepa, daí o motivo desta diarreia ser mais comum em crianças e bebês.

A *Escherichia coli* é uma bactéria bastante conhecida, pertence à família das Enterobacteriaceae e tem como principal alvo o intestino de humanos e animais. Essa espécie de bactéria é dividida em seis subtipos, sendo a EPEC a bactéria mais preocupante entre as diarreiogênicas desde a sua descoberta em 1940 (SOUZA, 2016).

A literatura reporta que o ácido graxo presente em óleos vegetais é um dos nutrientes que podem modular a funções do sistema imunológico, sendo este um dos componentes presentes no óleo de soja.

Apesar de existirem poucos estudos sobre os componentes dos óleos vegetais na modulação de células imunológicas, alguns trabalhos mostram que isso pode ocorrer por ação direta principalmente de ácidos graxos, sendo o ômega-6 um dos principais.

O óleo de soja é rico em tocoferóis, como a vitamina E, que além de poderoso antioxidante também parecem modular componentes celulares que participam das respostas imunológicas (MEYDANI et al., 1997), contribuindo para a produção de anticorpos, proliferação de linfócitos, produção de citocinas, fagocitose e atividade microbica (LESSARD et al., 1991; FINCH; TURNER 1996; ROOKE et al., 2004).

Animais ruminantes domésticos e silvestres, principalmente bovinos, são considerados reservatórios naturais de *E. coli* patogênica e a principal fonte de contaminação de alimentos, que pode ocorrer após contaminação fecal direta ou indireta.

Esses animais podem ser contaminados por esses microrganismos e transportá-los no trato intestinal como assintomáticos. Uma vez no ambiente de abate e processamento, os microrganismos podem se disseminar e contaminar o produto final.

Assim, as carnes no varejo derivadas desses animais podem atuar como potenciais veículos de transmissão para humanos (ISLAM et al., 2008; XIA et al., 2010).

De acordo com SANTOS et al. (2005), o principal parâmetro obtido no estudo reológico de soluções é a viscosidade, utilizada para caracterizar a textura do fluido.

A temperatura também é um parâmetro importante e geralmente aparece em equações reológicas. A viscosidade em óleos vegetais aumenta com o comprimento da cadeia dos ácidos graxos dos triglicerídeos e diminui com o grau de insaturação.



O presente trabalho tem por objetivo avaliar as características reológicas do sangue periférico bovino na presença do óleo de soja refinado. Ainda, verificar a viabilidade de fagócitos mononucleares do sangue periférico bovino na presença do óleo de soja refinado e também, avaliar o efeito microbicida dos fagócitos do sangue bovino na presença do óleo de soja refinado.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 AQUISIÇÃO DO ÓLEO DE SOJA REFINADO

O óleo refinado foi obtido através de doação de uma fábrica localizada na cidade de Primavera do Leste MT, à quantidade de 500 ml. As amostras foram diluídas de forma seriada com solução salina tamponada (PBS) até à concentração utilizada neste trabalho de 100 ng/mL.

### 2.2 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE SANGUE BOVINO

As amostras de sangue periférico utilizadas foram coletadas em seis bovinos da raça Gir, saudáveis e criados a pasto, em fazenda situada no Município de Torixoréu /MT. As amostras de sangue foram coletadas por punção da veia caudal do animal em tubos contendo anticoagulante EDTA transportados em caixa isotérmica contendo gelo.

### 2.3 ANÁLISE REOLÓGICA

Foi realizada análise através do Modular Compact Rheometer – MCR 102. Para a avaliação reológica foi feita em três grupos: primeiro grupo PBMC (Célula mononuclear do sangue periférico) viabilidade contendo 600 uL de sangue bovino total, segundo grupo PBMC (Célula mononuclear do sangue periférico) +EPEC+CONTROLE com 600uL de sangue bovino total e terceiro grupo PBMC+EPEC com 600uL de sangue total e 60uL de estímulo óleo de soja refinado (OSR).

As amostras foram aplicadas sobre a placa de leitura e retirado o excesso. As interpretações das análises foram feitas com contínuo controle do gap de medição com suporte TruGap™ em 0,099 mm, a célula de medida foi a do tipo cone Toolmaster™ CP 50 com ângulo de 1° e controle ajustável de temperatura por meio do TReady™, usando Software Rheoplus V3.61 tanto para o controle de temperatura, quanto para formação dos gráficos reológicos.

Através do controle da tensão de cisalhamento ( $\tau$ ) onde 0 a 5 Pa representa a curva ascendente e 5 a 0 Pa a curva descendente, será possível determinar padrões para as curvas de viscosidade e fluxo.

Os ensaios foram realizados sob a temperatura de 37°C e utilizado um total de 18 amostras (6 amostras para cada grupo).

A área de histerese (representa o grau de diferença entre a curva ascendente e descendente) foi obtida através da curva de fluxo de cada amostra.



O fluxo newtoniano surge a partir do valor da área de histerese entre  $0 \pm 1$  Pa.s e o fluxo não-newtoniano com tixotropia (indício de não linearidade na curva de 12 viscosidade) do tipo reopéxico depende de valores menores que  $-1$  Pa.s, já o fluxo não newtoniano com tixotropia do tipo pseudoplástico depende de valores maiores que  $+1$  Pa.s.

## 2.4 OBTENÇÃO DOS FAGÓCITOS DO SANGUE PERIFÉRICO BOVINO

A separação das células do sangue foi feita com Ficollpaque (Pharmacia), adicionou-se 3ml de Ficoll e 5ml de sangue no tubo falcon (15ml), centrifugou por 10 minutos a 1600 rpm em temperatura ambiente.

Após isso, a coleta do anel de fagócitos mononucleares foi realizada e lavada com solução salina tamponada (PBS). A partir disso a contagem foi realizada na câmara de Neubauer e ajustada a uma concentração de  $2 \times 10^6$  células/mL.

## 2.5 VIABILIDADE CELULAR

Após o ajuste das células pipetou-se 250 uL em um tubo de ensaio e depois foi centrifugado por uma rotação de 1600 rpm durante 10 minutos.

O sobrenadante foi descartado e o pellet homogeneizado, em seguida foi pipetado 200 uL de Acridina Orange ficando por um minuto nas células e depois acrescentou-se 5ml de PBS.

As amostras foram novamente centrifugadas durante 10 minutos a 1600 rpm e repetidas mais duas vezes (processo denominado de lavagem).

Após a lavagem o sobrenadante foi retirado, o pellet foi homogeneizado e pipetou-se 20 uL de células na lâmina, colocou-se a lamínula e realizou-se a contagem em microscópio de fluorescência na objetiva de 40X.

Para este ensaio foram utilizados os 3 grupos descritos anteriormente nas análises reológicas.

## 2.6 LINHAGEM E CULTURA DE ESCHERICHIA COLI ENTEROPATOGÊNICA (EPEC)

Foi utilizada Escherichia coli enteropatogênica (EPEC), sorotipo 0111:H- AL-, eae+, eaf+, bfp+ conservada à  $-70^\circ\text{C}$ .

A cultura estoque foi mantida em ágar semissólido a temperatura ambiente e em ausência de luz, e a partir dela foram feitos repiques em tubos 20 contendo 8 mL de TSB (Tryptic Soy Broth – Difco) e estes foram incubados em estufa a  $37^\circ\text{C}$  por 18 horas.

Após o crescimento, as bactérias foram lavadas duas vezes em PBS e a concentração ajustada para  $1 \times 10^7$  bactérias por mL, medida com espectrofotômetro (620 nm).



## 2.7 FAGOCITOSE E ÍNDICE MICROBICIDA

A fagocitose e atividade microbicida dos fagócitos foram avaliadas através de microscopia de fluorescência, utilizando o corante Acridina Orange.

Após o período de incubação, a suspensão de células e EPEC foram centrifugadas por 10 minutos a 160 G.

O sobrenadante foi desprezado e o pellet foi corado com 200µL de alaranjado de acridina (concentração 14,4 mg. mL<sup>-1</sup> por 1 minuto).

As amostras foram centrifugadas (10 minutos a 160 G) e lavadas com solução salina tamponada (PBS) por duas vezes.

Depois disso, foram montadas lâminas com 20µL das células e analisadas em microscopia de fluorescência (Nikon Eclipse E200).

As análises de viabilidade e fagocitose são representadas em porcentagem a partir da contagem de 100 células.

Para análise de viabilidade as células são classificadas como vivas (verde) e mortas (vermelha) perante a coloração diferencial.

Para a análise de fagocitose as células são classificadas de acordo com a ocorrência de fagocitose e de morte intracelular de bactéria.

## 2.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa BioEstat 5.0. A identificação das curvas de fluxo e viscosidade Reoplus, SOD, MTT e viabilidade foram realizadas usando Análise de Variância (ANOVA), seguido por comparações múltiplas através do teste de Tukey. Foram consideráveis os valores de  $p < 0,05$ .

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi possível encontrar estudos que tenham utilizado especificamente a combinação de sangue bovino e óleo de soja na curva de fluxo.

No entanto, estudos utilizando outras combinações de fluidos apresentaram resultados semelhantes.

Em estudo realizado por ZandParsa et al. (2017) utilizou sangue bovino e solução de glicerol como fluidos e concluiu que a adição da solução de glicerol não alterou significativamente a curva de fluxo inicial.

Outro estudo realizado por Jafari et al. (2016) utilizou sangue bovino e solução de glicose como fluidos e também não observou diferenças significativas na curva de fluxo inicial após adição da solução de glicose.



Esses estudos sugerem que a combinação de sangue bovino com outros fluidos pode não alterar significativamente a curva de fluxo inicial.

Na tabela 1 estão os dados dos parâmetros reológicos obtidos através do modelo reológico de Ostwald de Waele (Lei da Potência).

Os resultados obtidos foram classificados como não newtoniano e classificação dependentes do tempo.

Na classificação dependentes do tempo, ainda tem a subclassificação tais como: Fluidos reopéticos e fluidos tixotrópicos (FERREIRA et al., 2005).

Após análises, concluiu que a subclassificação é tixotrópico. Esta subclasse apresentam uma diminuição da viscosidade com o tempo, quando submetidos a uma taxa de cisalhamento constante, voltando a ficar viscosos com a redução da tensão.

Tabela 1. Parâmetros reológicos do óleo se soja Refinado

Análises	Taxa de Cisalhamento	<i>p</i> -valor	Viscosidade	<i>p</i> -valor
Sangue bovino	1.255	0,446	0,00747	0,772
Sangue + Óleo Soja	1.335		0,00357	

Em outro estudo feito com óleos vegetais incluindo o óleo de soja mostrou resultados diferentes, foram classificados como fluidos newtonianos, entretanto, no estudo as amostras foram avaliadas em diferentes faixas de temperaturas, variando de 20° a 70° C (BROCK. et al., 2008).

No presente estudo, foi feito a análises em apenas uma temperatura de 37° C.

No estudo de BROCK (2008) também avaliou a viscosidade dos óleos vegetais, que foi influenciada pela temperatura, conforme o aumento da temperatura houve uma importante diminuição na taxa da viscosidade.

Nas figuras 1 e 2 estão os resultados da curva de fluxo e viscosidade dos dois grupos: sangue bovino e sangue bovino + Óleo de soja.

Os grupos testados apresentaram valores de curva fluxo semelhantes (figura 1), sangue bovino (média 1200±1310) e sangue bovino + óleo de soja (média 1270±1400).

O sangue bovino mesmo na presença do óleo de soja não alterou significativamente sua característica inicial da curva de fluxo.

Não foi possível encontrar estudos que tenham utilizado especificamente a combinação de sangue bovino e óleo de soja na curva de fluxo.

No entanto, estudos utilizando outras combinações de fluidos apresentaram resultados semelhantes.

Um estudo realizado por ZandParsa et al. (2017) utilizou sangue bovino e solução de glicerol como fluidos e concluiu que a adição da solução de glicerol não alterou significativamente a curva de fluxo inicial.



Outro estudo realizado por Jafari et al. (2016) utilizou sangue bovino e solução de glicose como fluidos e também não observou diferenças significativas na curva de fluxo inicial após adição da solução de glicose.

Esses estudos sugerem que a combinação de sangue bovino com outros fluidos pode não alterar significativamente a curva de fluxo inicial.

A viscosidade também mostrou resultados semelhantes, sangue bovino ( $0,00394 \pm 0,0038$ ) e sangue bovino + óleo de soja ( $0,00394 \pm 0,00357$ ). O óleo de soja não alterou a viscosidade inicial do sangue bovino.

Não foi possível encontrar estudos que tenham utilizado especificamente a combinação de sangue bovino e óleo de soja na curva de viscosidade. No entanto, alguns estudos utilizaram outros tipos de óleos vegetais em combinação com fluidos biológicos e obtiveram resultados semelhantes.

Um estudo realizado por Chu et al. (2019) utilizou óleo de palma em combinação com soro humano e concluiu que a adição do óleo de palma não afetou significativamente a viscosidade do soro humano.

Outro estudo realizado por Kwiatkowski et al. (2019) utilizou misturas de óleo de cozinha e plasma humano e também não observaram diferenças significativas na viscosidade.

Esses estudos sugerem que pode ser possível utilizar óleos vegetais em combinação com fluidos biológicos sem alterar significativamente a viscosidade.

No entanto, é importante ressaltar que os resultados podem variar de acordo com o tipo de óleo e fluido utilizados, assim como as condições experimentais.

Figura 1: Curvas de fluxo do sangue bovino com óleo de Soja Refinado, dados representam a média obtida do óleo feito em triplicata com diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ).

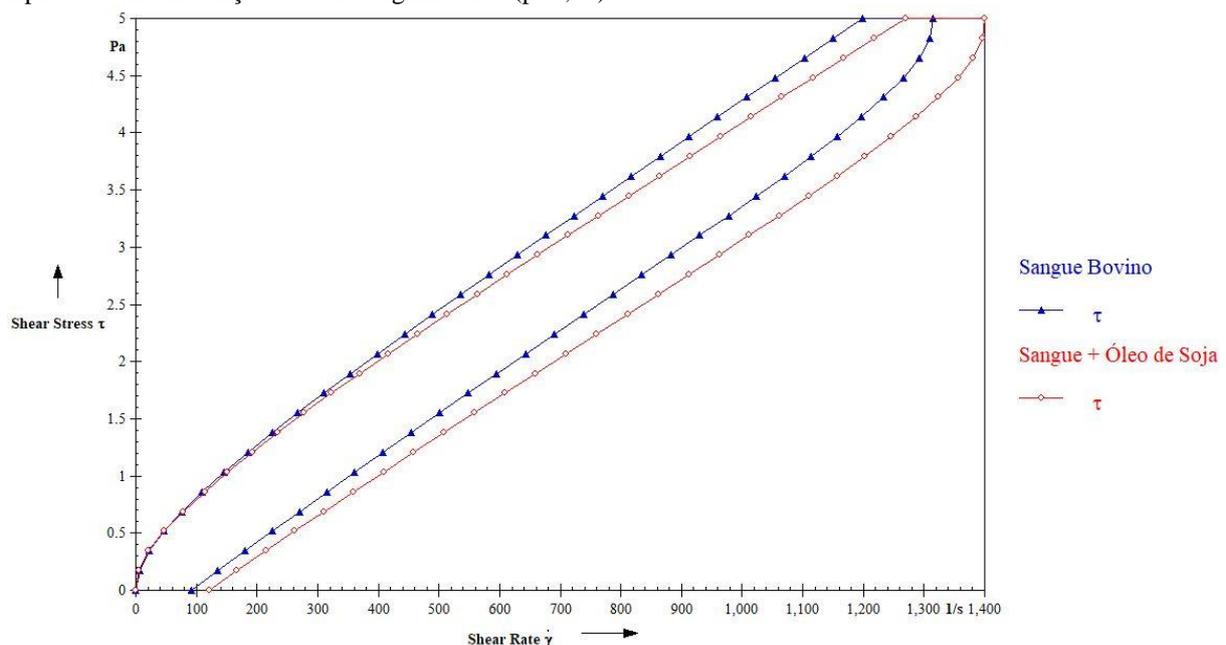
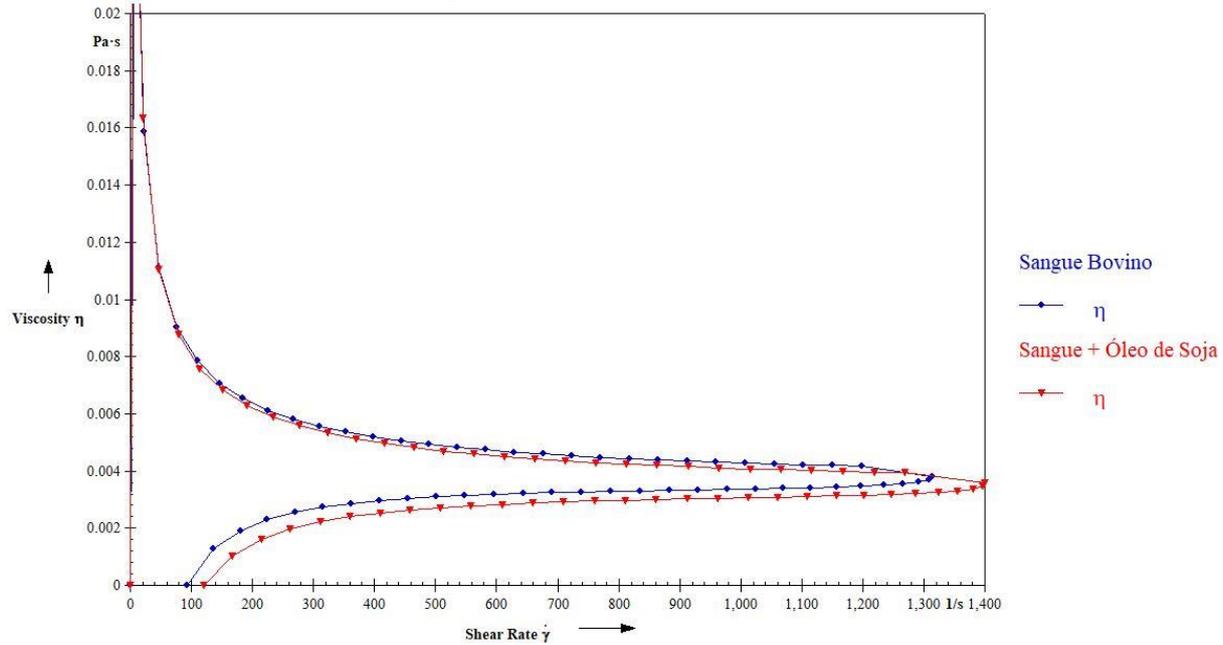


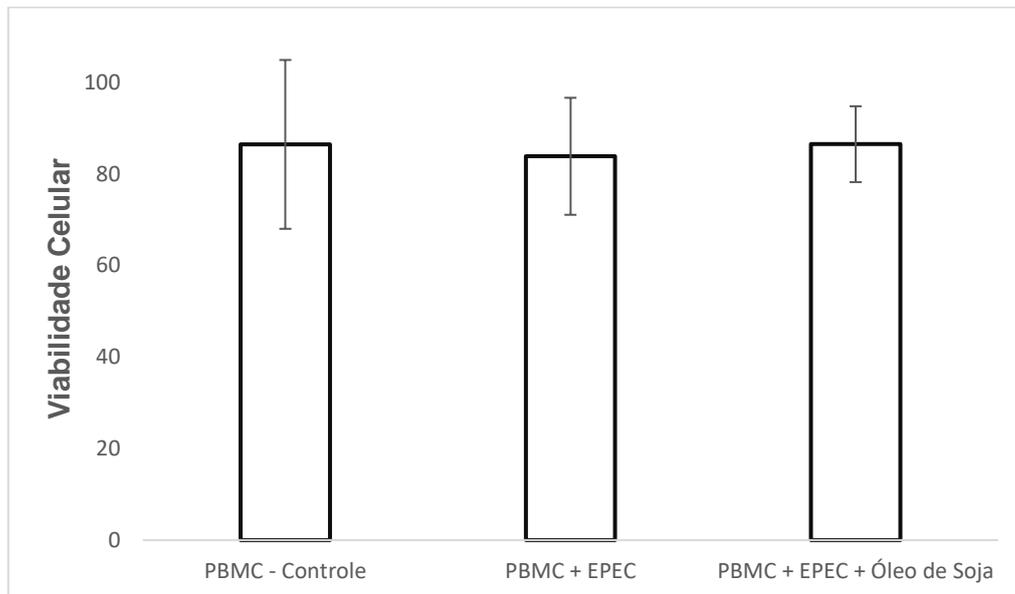


Figura 2: Curvas de viscosidade do sangue bovino com o óleo de soja Refinado, dados representam a média obtida do óleo feito em triplicata com diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ).



No ensaio de viabilidade das células do sangue, os índices foram superiores a 80%, grupo controle ( $86,42 \pm 18,44$ ), PBMC (Célula mononuclear do sangue periférico) + EPEC ( $83,82 \pm 12,78$ ) e PBMC (Célula mononuclear do sangue periférico) + EPEC + Óleo de soja ( $86,47 \pm 8,28$ ). Constata-se que o óleo de soja não foi tóxico às células.

Figura 3: Ensaio de viabilidade das células do sangue bovino periférico. Os resultados representam a média do desvio padrão.



A análise de viabilidade é comum em estudos que aferem a capacidade farmacológica de produtos naturais, pois é apto de determinar a toxicidade do material testado. Em 2014, Pessoa e colaboradores analisaram a viabilidade de células MN do sangue periférico estimulados por uma

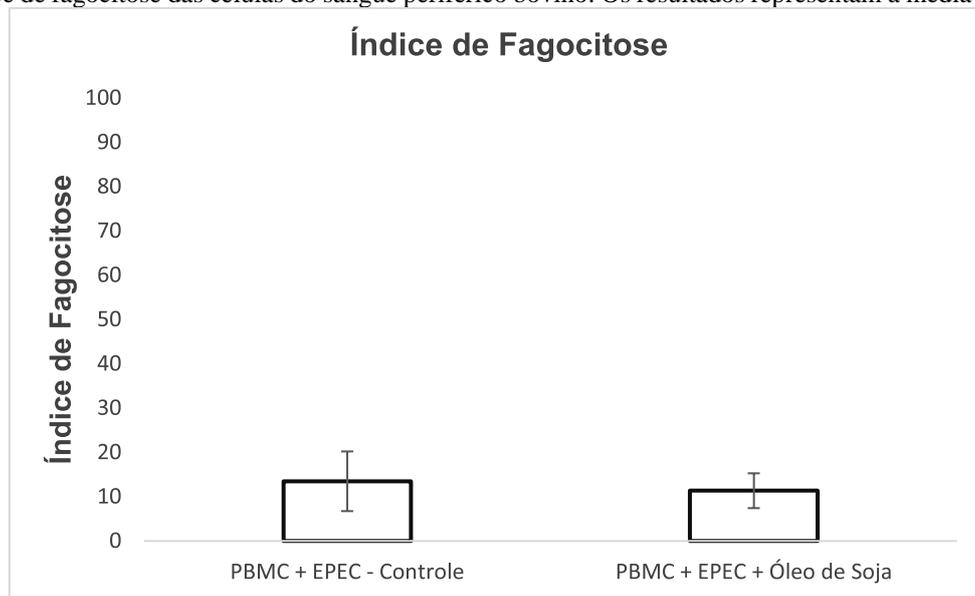


microemulsão de óleo do babaçu, os autores observaram que a Microemulsão de óleo de babaçu apresentou baixa toxicidade celular (PESSOA, et al., 2014).

Na figura 4 observa-se a fagocitose de células mononucleares do sangue periférico bovino. Tanto na presença de EPEC + Óleo de soja, e EPEC – Controle não houve aumento na atividade fagocítica.

Wang et al. (2017) investigaram o efeito da suplementação dietética com óleo de soja em vacas leiteiras e observaram uma melhora na atividade das células fagocitárias do sangue periférico. O estudo conclui que a adição de óleo de soja na dieta pode melhorar a imunidade celular das vacas.

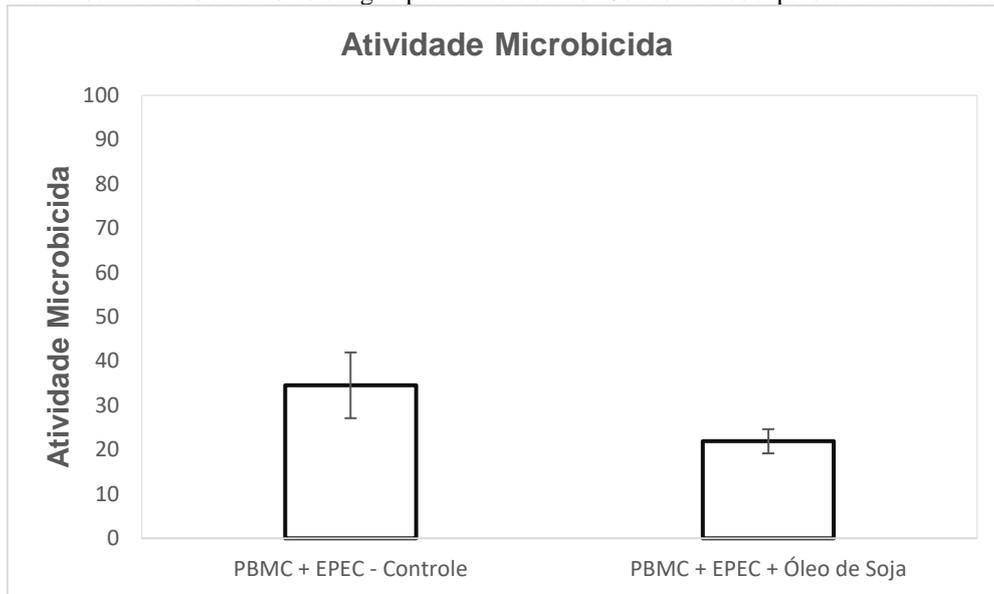
Figura 4: Índice de fagocitose das células do sangue periférico bovino. Os resultados representam a média e desvio padrão.



Na análise do índice microbicida (figura 5) o grupo controle não diferiu do grupo das células sanguíneas na presença do Óleo de soja. Alguns estudos sugerem que os ácidos graxos presentes no óleo de soja podem ter efeitos imunomoduladores, ou seja, podem afetar a função das células do sistema imunológico.



Figura 5: Índice microbicida das células do sangue periférico bovino. Os resultados representam a média e desvio padrão.



#### 4 CONCLUSÃO

No presente trabalho concluiu-se que não houve alteração nas características reológicas do sangue periférico bovino na presença do óleo de soja.

A viabilidade de fagócitos mononucleares do sangue periférico bovino com a presença do óleo de soja refinado não obteve diferença estatísticas.

E também o efeito microbicida dos fagócitos do sangue bovino não obteve resultados diferentes entre si.



## REFERÊNCIAS

- Aprosoja brasil. A soja. Associação brasileira dos produtores de soja 2023. Último acesso em 10 de março 2023. Publicado; 2019.
- Bonato e. R, bonato a. L. V. A soja no brasil: história e estatística. Londrina: embrapa, cnps. (embrapa, cnps. Documentos, 21) 61 p. 1987.
- Brasil. Agência nacional de vigilância sanitária. Resolução nº 270, de 2 de setembro de 2005. Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. Diário oficial da união (dou), Brasília, df.
- Brock j, nogueira m. R, zakrzewski c, et al., determinação experimental da viscosidade e condutividade térmica de óleos vegetais. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 28(3): 564-570, 2008.
- Câmara g.m.s. Introdução ao agronegócio soja. Texto básico da disciplina essencial lpv 0584: graduação em engenharia agrônoma da usp/esalq. 30 p. 2015.
- Carpentier, y. A.; dupont, i. E. Advances in intravenous lipid emulsions. World j.surg. 24; 1493–1497; 2000.
- Chaiyasit, w. Elias, r. J. McClements, d. J. Decker e. A. Role of physical structures in bulk oils on lipid oxidation. Critical reviews in food science and nutrition. 47, p. 299-317, 2007.
- Chu, k. K., wong, a., & hoque, m. E. Viscosity of palm oil in combination with human serum. Journal of food science and technology, vol. 56, p. 1764-1771, 2019.
- Conab; companhia nacional de abastecimento. Último acesso em 09 de abril de 2023. Publicado; 2023. Embrapa; embrapa soja: soja em números (safra 2018/19); último acesso em 10 de março de 2023. Publicado; 2019.
- Ferreira, e. E. Et al. Reologia de suspensões minerais: uma revisão. Rev. Esc. Minas.vol. 58, n. 1, p. 83-87, 2005.
- Finch, j.m.; turner, r.j. Effects of selenium and vitamin e on the immune responses of domestic animals. Research in veterinary science, v. 60, p. 97–106, 1996.
- Gunstone, frank d. Vegetable oils. In: shahidi, fereidoon. Bailey's industrial oil & fat products: edible oil & fat products chemistry, properties & health effects. New jersey: wiley interscience. 6(1): cap. 6, 213-268, 2005.
- Islam, m. A. Et al. Prevalence and genetic characterization of shiga toxin-producing escherichia coli isolates from slaughtered animals in bangladesh. Applied and environmental microbiology, v. 74, n. 17, p. 5414–5421, 2008.
- Jafari, a., soltani, r., & vedadhir, a. Blood flow behavior in stenosed carotid artery bifurcation: comparison of different blood models with and without red blood cells. Frontiers in physiology, vol. 7, p. 414, 2016.
- Lessard, m. Et al., cellular immuneresponses in pigs fed a vitamin e - and selenium - deficient diet. Journal of animal science, v. 69, p. 1575–1582, 1991.



Martínez, a. C.; alvarez-mon, m. O sistema imunológico (i): conceitos gerais, adaptação ao exercício físico e implicações clínicas. Revista brasileira de medicina do esporte, v. 5, n. 3, mai-jun, 1999.

Mendonça, c. R. B., desenvolvimento de metodologias para análise direta de óleos vegetais empregando microemulsões de água em óleos e meios não aquosos. 2005. 224f. Tese de doutorado - ufrgs. Porto alegre. 2005

Meydani, s. N., et al. Vitamin e supplementation and in vivo immune response in healthy elderly subjects: a randomized controlled trial. Jama, v.277, n. 7, p. 1380-6, 1997.

Moreto e, alves r. F. Óleos e gorduras vegetais: processamento e análises, ufsc: florianópolis, 1: 179. 1986.

Nepomuceno, a. L. Farias; j.r.b.; neumaier, n. Características da soja. Embrapa soja, 2021.

Neuza jorge. Química e tecnologia de óleos vegetais. São paulo: cultura acadêmica: universidade estadual paulista, pró-reitoria de graduação, 165 p. 2009.

Nunes, c. A. Tecnologia de óleos e gorduras para engenharia de alimentos. Texto acadêmico. Lavras, editora ufla, 2013, 69p.

Pessoa r. S, França e. L, ribeiro e. B, et al., microemulsion of babassu oil as a natural product to improve human immune system function. Drug design, development and therapy. (9): 21-31, 2014.

Ramalho h. F, suarez p. A. Z. A química dos óleos e gorduras e seus processos de extração e refino. Resvista vidual de química. 5 (1), 2-15, 2013.

Rooke, j. A; robinson, j.; arthur, j. R. Effects of vitamin e and selenium on the performance and immune status of ewes and lambs. Journal of agricultural science, 142, p. 253–262, 2004

Santos, j. C. O.; santos i. M. G.; souza, a. G. Effect of heating and cooling on rheological parameters of edible vegetable oils. Journal of food engineering, n°. 67, pp. 401–405, 2005.

Silva, l. E da.; quadros, d. A de.; neto, a. J. M.; estudo etnobotânico e etnofarmacológico de plantas medicinais utilizadas na região de matinhos – pr. Rev. Ciência e natura, v. 37, n. 2, p. 266 – 276, maio-agosto, 2015.

Souza, c. De o. Escherichia coli enteropatogênica: uma categoria diarreio gênica versátil. Revista pan-amazônica de saúde, v.7, n. 2, p. 79-91, 2016.

Wang, l.; zhang, g.; wei, z.; zheng, n.; tong, q.; zhao, s.; gao, p. Soybean oil improves the immune function of dairy cows by enhancing the activity of peripheral blood mononuclear cells. Journal of dairy science, v. 100, n.2, p. 1364-1376, 2017.

Xia, x. Et al. Presence and characterization of shiga toxin-producing escherichia coli and other potentially diarrheagenic e. Coli strains in retail meats. Applied and environmental microbiology, v. 76, n. 6, p. 1709–1717, 2010.

Zandparsa, m., sabouni, f., & mohebbi-kalhari, d. A hybrid computational model for non-newtonian blood flow simulations: an application to the study of stenotic models. Journal of biomechanics, vol. 53, p. 102-10