

**Pigmento vermelho produzido por *Serratia Marcescens* UFPEDA 223:
otimização e avaliação da atividade antimicrobiana**

**Red pigment produced by *Serratia Marcescens* UFPEDA 223:
optimization and evaluation of the antimicrobial activity**

DOI:10.34117/bjdv7n8-646

Recebimento dos originais: 07/07/2021

Aceitação para publicação: 30/08/2021

Luana Farias de Aguiar

Mestranda em Biotecnologia pela Universidade Federal de Pernambuco
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco- Departamento de Antibióticos
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego- Recife, Pernambuco
E-mail: Luana.aguiar@ufpe.br

Amanda Maria da Silva

Doutoranda em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pernambuco
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco- Departamento de Antibióticos
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego- Recife, Pernambuco
E-mail: Amanda.msilva4@ufpe.br

Michelle Gomes da Silva

Mestranda em Biotecnologia pela Universidade Federal de Pernambuco
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco- Departamento de Antibióticos
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego- Recife, Pernambuco
E-mail: michelle.gomes@ufpe.br

Richardson Silveira Trindade da Silva

Graduando em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco- Departamento de Antibióticos
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego- Recife, Pernambuco
E-mail: silveira.richardson@gmail.com

Diego Santa Clara Marques

Doutorando em Bioquímica e Fisiologia pela Universidade Federal de Pernambuco
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco- Departamento de Antibióticos
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego- Recife, Pernambuco
E-mail: diego.scmarques@gmail.com

Ana Claudia Alcantara Lemos

Doutoranda em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pernambuco
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco- Departamento de Antibióticos
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego- Recife, Pernambuco
E-mail: anaclaudia.lemos@ufpe.br

Pedro Henrique do Bomfim Nascimento

Mestre em Biotecnologia pela Universidade Federal de Pernambuco
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco- Departamento de Antibióticos

Endereço: Av. Prof. Moraes Rego- Recife, Pernambuco
E- mail: bomfim.pedroh@gmail.com

Gláucia Manoella de Souza Lima

Doutora em Ciências Biológicas modalidade Molecular
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco- Departamento de Antibióticos
Endereço: Av. Prof. Moraes Rego- Recife, Pernambuco
E-mail: glaucia.mslima@ufpe.br

RESUMO

A cor faz parte da percepção dos sentidos, sendo um estímulo visual o que a torna muitas vezes característica principal para a escolha e aceitação dos produtos comercializados. A produção de pigmentos por microrganismos tem atraído a atenção por serem obtidos rapidamente por processos fermentativos, por não estarem sujeitos à variabilidade sazonal e geográfica, pela vantagem econômica, além de apresentarem atividades biológicas benéficas à saúde. Um dos microrganismos produtores de pigmentos é a bactéria Gram negativa *Serratia marcescens*. Esta espécie produz uma variedade de enzimas extracelulares e é conhecida por produzir um pigmento avermelhado, denominado prodigiosina. A prodigiosina apresenta várias atividades biológicas, entre elas a atividade antimicrobiana e antitumoral. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes fontes de carbono e nitrogênio na produção do pigmento da *Serratia marcescens* UFPEDA 223, e avaliar a atividade antimicrobiana deste pigmento. Os ensaios fermentativos foram realizados por 60 horas, a 28 °C em meio caldo triptona de soja, com modificações nas fontes de nitrogênio (caseína, extrato de levedura e triptona) e carbono (amido, batata inglesa e glicose). A concentração mínima Inibitória (CMI) e Concentração Mínima Bactericida (CMB) foram determinadas utilizando o pigmento extraído frente a microrganismos de interesse clínicos. Posteriormente, foi realizada a cromatografia em camada (CCD) do pigmento. Dentre as diferentes fontes de carbono testadas, a batata inglesa exerceu maior influência na produção do pigmento, apresentando 8,82 UA, já o amido e a glicose tiveram 2,64 UA e 4,26 UA, respectivamente. A fonte de nitrogênio que melhor influenciou na produção do pigmento foi a triptona 8,82 UA, enquanto a produção utilizando caseína e extrato de levedura foi de 3,81 UA e 2,53 UA, respectivamente. O pigmento apresentou a atividade antimicrobiana para *Staphylococcus aureus* UFPEDA 02, com concentração mínima inibitória de 1 mg/mL. Na CCD foi determinado um RF de 0,49 utilizando o solvente hexano/acetato de etila (7:3 v/v), semelhante a prodigiosina descrita na literatura. Levando em consideração os aspectos analisados, *Serratia marcescens* UFPEDA 223 apresenta elevada capacidade de produção do pigmento vermelho, sendo otimizada a produção quando modificada a fonte de carbono por batata inglesa e na presença de triptona., contudo são necessários mais estudos para definição da natureza e possíveis aplicações deste pigmento.

Palavras-chave: Compostos Extracelulares, Pigmento Vermelho, Otimização.

ABSTRACT

Color is part of sense perception, being a visual stimulus which often makes it the main characteristic for the choice and acceptance of commercialized products. The production of pigments by microorganisms has attracted attention for being quickly obtained by fermentative processes, for not being subject to seasonal and geographical variability, for the economic advantage, besides presenting biological activities beneficial to health. One

of the pigment-producing microorganisms is the Gram-negative bacterium *Serratia marcescens*. This species produces a variety of extracellular enzymes and is known to produce a reddish pigment called prodigiosin. Prodigiosin has several biological activities, including antimicrobial and antitumor activities. Therefore, the objective of this work was to evaluate the influence of different carbon and nitrogen sources in the pigment production of *Serratia marcescens* UFPEDA 223, and to evaluate the antimicrobial activity of this pigment. The fermentative assays were carried out for 60 hours at 28 °C in tryptone soy broth medium, with modifications in nitrogen (casein, yeast extract and tryptone) and carbon (starch, potato and glucose) sources. The minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MIC) were determined using the extracted pigment against microorganisms of clinical interest. Subsequently, layer chromatography (LCP) of the pigment was performed. Among the different carbon sources tested, potato had the greatest influence on pigment production, with 8.82 AU, while starch and glucose had 2.64 AU and 4.26 AU, respectively. The nitrogen source that best influenced the pigment production was tryptone (8.82 AU), while the production using casein and yeast extract was 3.81 AU and 2.53 AU, respectively. The pigment showed the antimicrobial activity for *Staphylococcus aureus* UFPEDA 02, with a minimum inhibitory concentration of 1 mg/mL. In CCD, an RF of 0.49 was determined using the solvent hexane/ethyl acetate (7:3 v/v), similar to prodigiosin described in the literature. Taking into account the aspects analyzed, *Serratia marcescens* UFPEDA 223 presents high production capacity of the red pigment, with optimized production when the carbon source was modified with English potato and in the presence of tryptone, however, more studies are necessary to define the nature and possible applications of this pigment.

Keywords: Extracellular Compounds, Pigment Red, Optimization.

1 INTRODUÇÃO

Pigmentos naturais vêm sendo alvo de pesquisas com o objetivo de substituir os corantes sintéticos, visto que uma boa parte desses pigmentos tem a natureza cancerígena e teratogênica, além de causar danos ao meio ambiente. Bactérias, fungos e algas têm sido os alvos mais comuns usados para produzir pigmentos como carotenóides, melaninas, flavinas, quinonas e prodigiosinas, e muitas delas demonstraram relevância industrial e farmacêutica. Entretanto, há um maior interesse em pigmentos microbianos devido ao crescimento rápido e seguro, pela possibilidade de utilização de substratos de baixo custo e uma produção independente das estações climáticas e das condições geográficas (Malik *et al.*, 2016; Palacio-Castañeda *et al.*, 2019;).

Serratia marcescens é uma bactéria gram-negativa facultativa em forma de bastonete que pode ser isolada da água, solo, plantas e insetos, e pode crescer em meios de cultura contendo diferentes fontes nutricionais. Algumas cepas produzem prodigiosina, um metabólito secundário de cor vermelha, com grande importância biotecnológica, que tem despertado o interesse das diversas áreas, como a farmacêutica e

industrial, por apresentar distintas atividades biológicas tais como: antimicrobiana, antifúngico, antimalárica, imunomoduladora, atividades anticâncer (Arivizhivendhan *et al.*, 2018; Gondil *et al.*, 2017).

Dessa forma, devido à importância deste pigmento, o presente artigo avaliou alternativas de maximizar a produção da prodigiosina por *Serratia marcescens* UFPEDA 223, além de verificar sua atividade microbiana.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MICRO-ORGANISMOS

Para a realização dos experimentos foi utilizada a linhagem de *Serratia marcescens* UFPEDA 223, obtida da Coleção de Microrganismos do Departamento de Antibióticos da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. A amostra estava preservada em óleo mineral e reativada em agitação utilizando tubos de ensaio com caldo nutritivo (CN), por 24 horas, em temperatura ambiente. Após esse período, a cepa foi cultivada em tubos de ensaio com o meio ágar infusão de cérebro-coração (BHI) e ágar nutritivo (AN) por 48 horas à 28°C. As amostras foram repicadas e conservadas em refrigerador (4° C) para posterior utilização.

2.2 OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE PIGMENTO

A condição da otimização para produção de pigmentos de *S. marcescens* foi realizada por ensaios com cultivo submersos, utilizando variadas fontes de nitrogênio e carbono na composição do meio. O meio utilizado foi o Caldo Triptona de Soja (TSB) em condições determinadas por Souza (2018), o experimento foi conduzido durante 60 horas, protegido da luz e, em fermentação estática. No caldo TSB foi realizado substituições da fonte de carbono por amido e batata inglesa (*Solanum tuberosum*), como fontes alternativas, já a glicose foi mantida na concentração de 2,5 g/L e pH 7 (SOUZA, 2018)

Inicialmente foi preparada uma suspensão com solução salina (0,9%) com a densidade ótica ajustada (0,08-0,13 UA) em espectrofotômetro no comprimento de onda de 625 nm, sendo equivalente a 10⁸ UFC/mL, para o pré-inóculo. Desta suspensão, 500 µL foram inoculadas em 50 mL de meio de cultura em Erlenmeyer com capacidade de 250 mL. O pré-inóculo foi incubado a 28°C, em condições estáticas, durante 24 h (SOUZA, 2018). Após este período, foram retirados 5 mL do pré-inóculo e transferidos para três erlenmeyer (capacidade de 250 mL), contendo 50 mL de meio TSB modificado,

contendo as diferentes fontes de carbono separadamente (glicose, amido e batata inglesa), na concentração de 2,5 g/L. Os frascos foram mantidos sob condições estática por 60 horas a temperatura 28°C. Os ensaios foram realizados em triplicata.

Para a determinação da fonte de nitrogênio foram avaliadas as fontes de nitrogênio caseína, extrato de levedura e triptona em uma concentração de 17g/L de meio. O meio de cultura foi modificado, com a melhor fonte de carbono identificada no ensaio anterior e alterada a fonte do nitrogênio para maior produção do pigmento. E as condições de cultivo seguiram conforme o determinado na metodologia anterior.

2.3 AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO CELULAR

A determinação do crescimento celular da biomassa foi obtida nos cultivos submersos e quantificada em 60 horas, mediante gravimetria. Após a realização da fermentação, o conteúdo obtido nos erlenmeyers foi transferido para tubos do tipo falcons e, em seguida, foram centrifugados a 3.264 xg por 10 minutos.

O sobrenadante foi descartado após a centrifugação, e o “pellet” lavado com 50 mL de água destilada. Em seguida, as amostras foram centrifugadas para retirada de componentes residuais e o sobrenadante descartado. A biomassa obtida foi secada em estufa durante 24 horas a 45°C Onde a concentração celular foi obtida pelo peso da biomassa seca, e o resultado foi expresso em g/L.

2.4 EXTRAÇÃO E AVALIAÇÃO DO PIGMENTO

Para a obtenção do pigmento avermelhado da biomassa de *S. marcescens* foi utilizado o metanol com 1:3(m/v) de proporção ao conteúdo celular. A mistura foi agitada em vórtex e deixada por 24 horas em temperatura ambiente e em repouso. Em seguida, o pigmento extraído foi levado para a análise espectrofotométrica. Com o auxílio do Espectrofotômetro o pigmento foi quantificado em UV-VIS - 200 a 1000 - Série 2000, em intervalos de comprimento de onda de 400 nm a 600 nm. Para o controle foi utilizado o solvente empregado na extração como branco e os dados foram expressos em unidade de absorbância (UA).

2.5 ANALISE CROMATOGRÁFICA EM CAMADA DELGADA

Os extratos obtidos na determinação da fonte de carbono e determinação da fonte de nitrogênio foram submetidos a uma cromatografia em camada delgada (CCD). Em uma placa de sílica- gel (fase estacionária) foi utilizado como fase móvel os solventes

hexano/acetato de etila (7:3 v/v), posteriormente, a placa foi examinada com luz branca e luz ultravioleta de 365nm. O valor obtido da amostra foi calculado segundo a fórmula ($R_f = ds / dm$) baseado nas distâncias percorridas pelo solvente (ds) e pelo soluto (dm).

2.6 ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

A atividade antimicrobiana produzida pelo pigmento da *Serratia marcescens* UFPEDA 223 foi avaliada, pela determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM), onde foi utilizado o teste de microdiluição seriada em caldo Mueller Hinton. Foram utilizadas para os ensaios quatro bactérias patogênicas, sendo duas gram-negativas *Escherichia coli* UFPEDA (224), *Pseudomonas aeruginosa* UFPEDA (416) e duas gram-positivas: *Staphylococcus aureus* UFPEDA (02) e *Staphylococcus epidermidis* UFPEDA (58). Foram preparadas suspensões bacterianas em solução salina (0,9%), com a densidade ótica ajustada (0,08-0,13 UA) em espectrofotômetro com o comprimento de onda de 625 nm, com equivalência a 10^8 UFC/mL. Essas suspensões foram diluídas 1:100 em solução salina, para obter a concentração de células de 10^6 UFC/mL.

2.7 CONCENTRAÇÃO INIBITÓRIA MÍNIMA (CIM) E CONCENTRAÇÃO BACTERICIDA MÍNIMA (CMB)

Para a determinação da CIM, foi utilizada microplaca de 96 poços esterilizada, onde em cada poço da microplaca apresentava um volume final de 100 μ L, com 20 μ L da suspensão correspondente a $1,5 \times 10^6$, sendo apenas o poço controle diferente. No primeiro poço da primeira coluna foram adicionados 180 μ L de meio Mueller Hinton (MH) e 20 μ L do extrato obtendo a concentração de 1.000 μ g/mL. A partir desta foi realizada diluições seriadas até a nona coluna, obtendo as concentrações de 500; 250; 125; 62,5; 31,25; 15,62; 7,81; 3,9 em μ g/mL. Os controles positivos (CP), controle do de meio de cultura (CM), e controle do solvente (CS) foram preparados nas colunas 10, 11 e 12. No controle positivo foram adicionados 100 μ L do meio de cultura e 10 μ L da suspensão bacteriana. No controle do meio de cultura foram adicionados apenas 100 μ L do meio. No controle do solvente foram adicionados 10 μ L da suspensão bacteriana, 90 μ L do meio e 10 μ L do solvente (metanol). As amostras foram incubadas a 37°C por 24 horas. Posteriormente, foram adicionados 20 μ L de resazurina a 0,01% nas placas e as mesmas incubadas na estufa em 37° C por 2 a 4 horas, onde foi observado a coloração do produto nos poços. As cores observadas indicaram se houve crescimento ou não, onde as

variações de roxo a rosa, indicam presença de células viáveis para o crescimento e a cor azul indica falta de crescimento bacteriano visível (CLSI, 2017).

Após o resultado da concentração inibitória mínima foi calculada a concentração Bactericida mínima (CMB). A concentração que não houve crescimento visível foi cultivada em placa de petri com ágar MH, incubada a 37°C por 24 horas. Onde o resultado da CMB foi determinado pela ausência de crescimento bacteriano.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

O microrganismo escolhido para o experimento *S. marcescens* UFPEDA 223, produz pigmentos vermelhos como podemos observar na Figura 1. A bactéria *Serratia* tem sido relatada na literatura como uma excelente produtora do pigmento prodigiosina, que devido aos seus efeitos biológicos, tem inspirado aplicações biotecnológicas (FILHO; TEIXEIRA, 2013). Dada a crescente exploração de fontes naturais produtoras de pigmentos, a determinação de condições que favoreçam a produção deste, configura um aspecto importante. Como tem sido reportada em outros trabalhos, a produção de pigmento do gênero *Serratia* encontra-se diretamente relacionada às condições nutricionais no meio em que a bactéria se encontra (ZANG *et al.* 2014).

Figura 1. Pigmento extraído da *Serratia marcescens* UFPEDA 223



Fonte: O autor

3.1 EFEITO DA FONTE DE CARBONO

Na avaliação da produção do pigmento produzido pela *S. marcescens* foi possível observar que a melhor fonte de carbono para produção de pigmento foi o meio com batata inglesa (*Solanum tuberosum*). Ao analisar o pigmento, entre as três fontes de carbono, foi possível evidenciar uma coloração avermelhada mais intensa no meio com adição da

batata inglesa, do que com a adição de amido e glicose, como podemos observar na Figura 2.

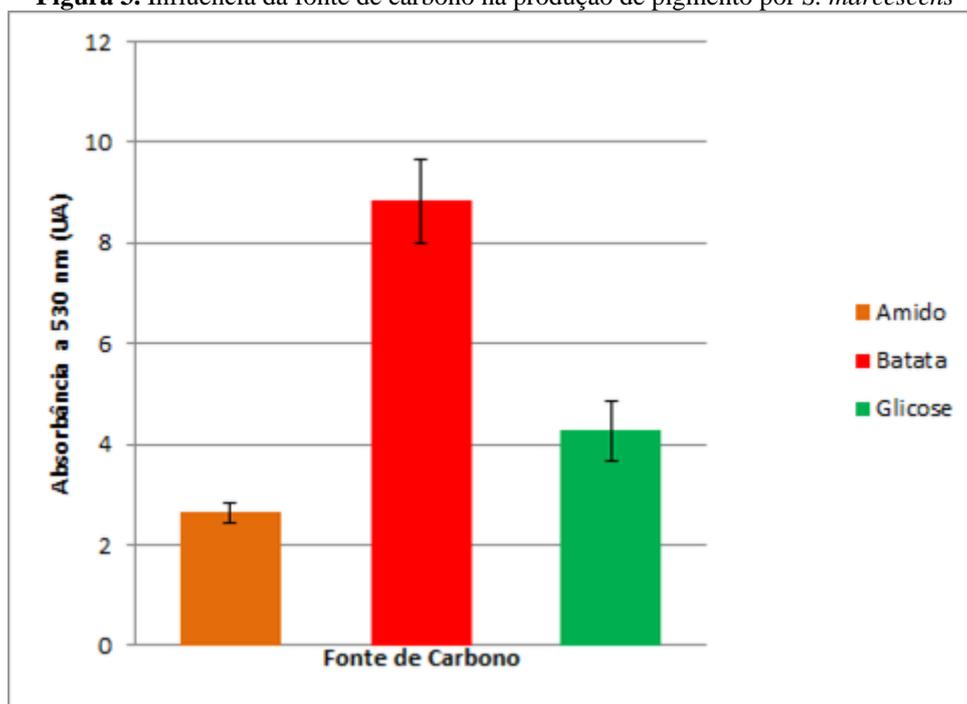
Figura 2. Produção de pigmento por *S. marcescens* em diferentes fontes de carbono. Batata (A), Amido(B), Glicose (C) em 60 h de cultivo.



Fonte: O autor

A influência da batata na produção do pigmento foi comprovada por meio da leitura no espectrofotômetro, onde é possível observar um pico de absorbância no comprimento de onda de 530 nm, com um rendimento de 8,82 UA no meio contendo batata, no meio contendo amido teve o rendimento de 2,64 UA e glicose de 4,26 UA como é demonstrado na Figura 3, e ,em resultados similares na literatura por Suryawanshi et al. (2014), demonstra uma produção máxima de prodigiosa de 4,8 g/L-1 utilizando a batata doce como fonte de carbono, um tubérculo rico em amido.

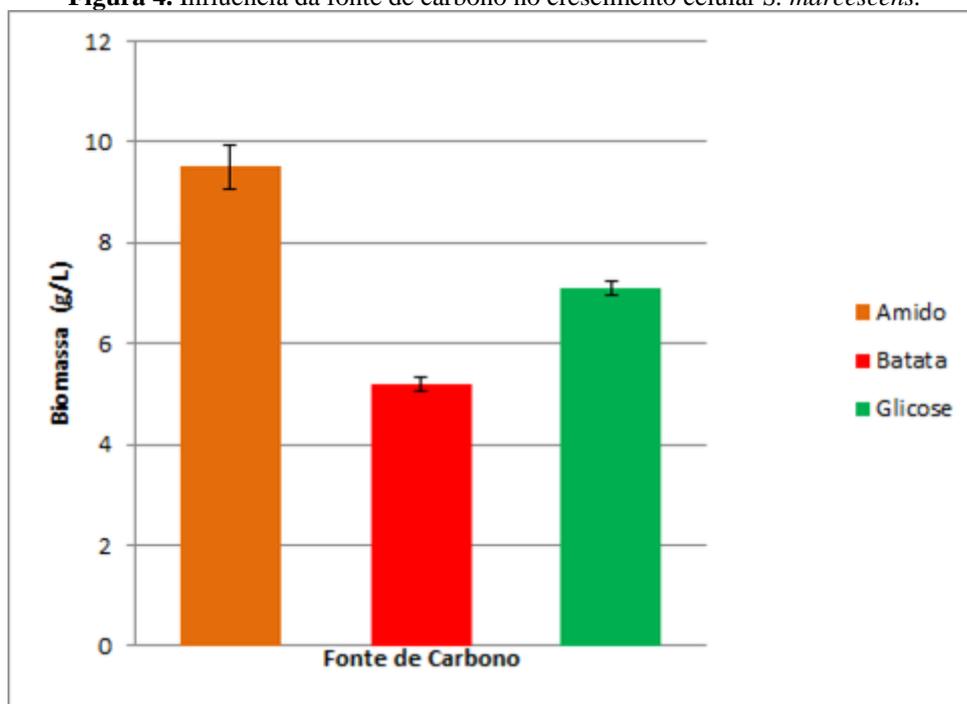
Figura 3. Influência da fonte de carbono na produção de pigmento por *S. marcescens*



Fonte: O autor

Para a análise do crescimento celular, foi observado que a utilização do amido como fonte de carbono, apresentou melhores resultados em produção de biomassa, apresentando o peso seco de 9,5 g/L, já nos meios contendo batata e glicose, foi obtida uma biomassa de 5,1g/L e 7,1 g/L, ambos nos tempos de 60 horas (Figura 4). Os resultados demonstram que a melhor fonte de carbono para produção de pigmento não foi a mesma para o crescimento celular, demonstrando que o pigmento produzido é independente da quantidade de células produzidas e que o crescimento celular tem rota diferente da produção de pigmentos.

Figura 4. Influência da fonte de carbono no crescimento celular *S. marcescens*.



Fonte: O autor

Apesar da fonte de carbono mais comumente utilizada ser a glicose, foi observado na literatura, que para a espécie *Serratia* sp. a glicose atua inibindo a produção de pigmentos (ZANG et al., 2014; WEI; CHEN, 2005). Onde foi observado que quando utilizado a glicose como fonte de carbono em *S. marcescens* MO-1, assim como neste trabalho houve uma redução na produção de prodigiosina, produzindo assim aloenzima glicose-6-fosfato desidrogenase que inibe a produção dos pigmentos (KURBANOGLU et al., 2015). Como foi observado no nosso trabalho, a batata inglesa apresentou o melhor resultado para produção de prodigiosina, já que a mesma é um tubérculo rico em grão de amido com um percentual de 17% de carboidrato, além de apresentar proteína, vitamina

B e C, o ferro, o zinco e o potássio (PEREIRA, 1987), que são componentes fundamentais para a produção da prodigiosina, justificando assim, a melhor produção de pigmento.

3.2 EFEITO DA FONTE DE NITROGÊNIO

Após o período de fermentação de 60 horas, tempo previamente definido por Souza (2018), foi observado que a triptona atua como melhor fonte de nitrogênio para produção de pigmento, podendo ser observado pela coloração dos frascos conforme demonstrado na Figura 5.

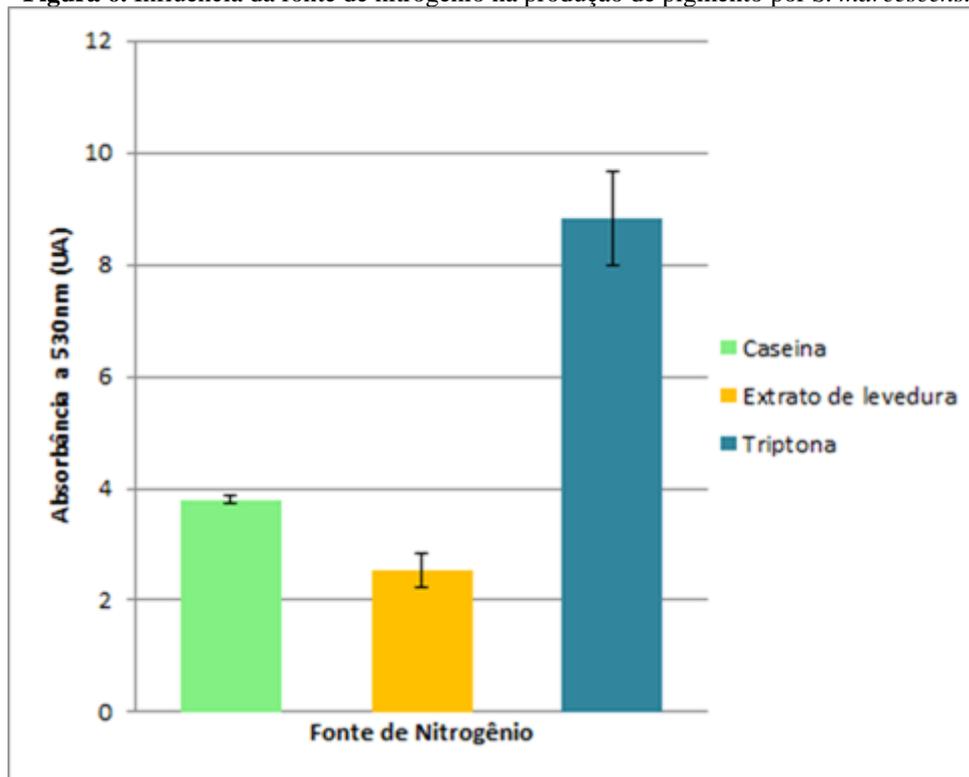
Figura 5. Produção de pigmento por *S. marcescens* em diferentes fontes de nitrogênio. Triptona (A), Caseína (B), Extrato de levedura (C) em 60 h de cultivo.



Fonte: O autor

Através da análise espectrofotométrica observa-se que a triptona apresenta produção de pigmento correspondente a 8,82 UA, a caseína 3,81 e o extrato de levedura teve 2,53 UA (Figura 6). Wey e Chen (2005) obtiveram resultados semelhantes com o presente estudo ao aumentar a produção do pigmento utilizando triptona como fonte de nitrogênio, tendo uma concentração máxima de quase de 90 mg/ L. Contudo, este não acompanha o crescimento celular, tendo uma biomassa abaixo dos demais.

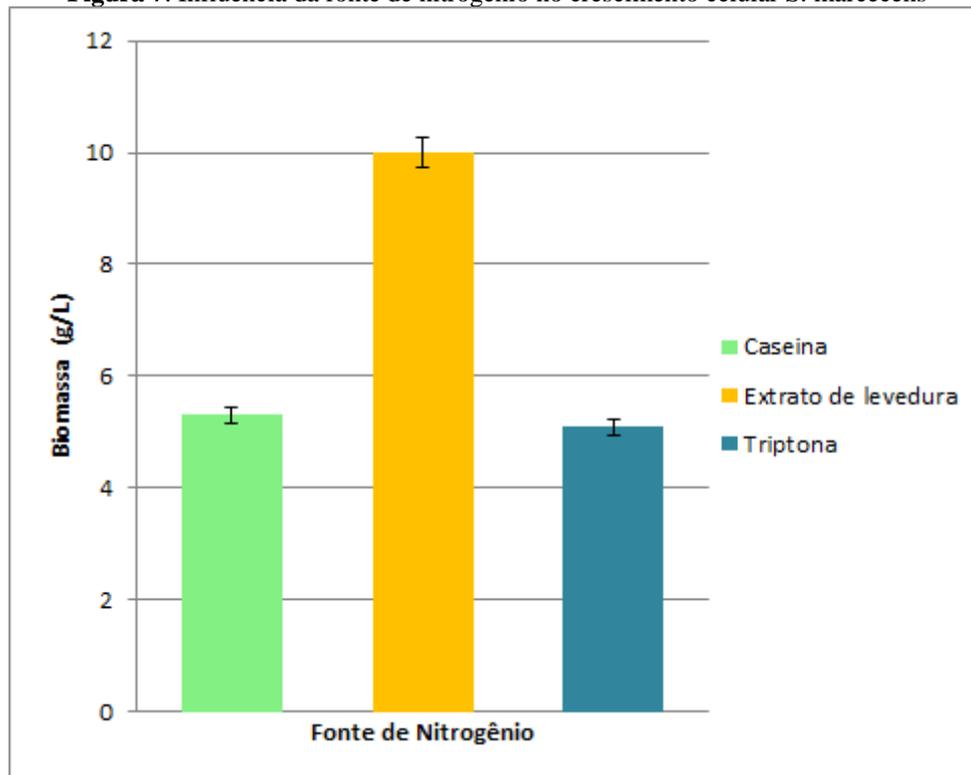
Figura 6. Influência da fonte de nitrogênio na produção de pigmento por *S. marcescens*.



Fonte: O autor

O extrato de levedura como fonte de nitrogênio, aumentou o crescimento celular apresentando uma concentração de 10 g/L, enquanto a caseína teve 5,4g/L e a triptona 5,3 g/L (Figura 7). Na literatura foram observados resultados diferentes, por Andrade et al. (2009), a adição de extrato de levedura como a fonte de nitrogênio do meio aumentou a produção de pigmentos, enquanto Suryawanshi et al. (2014) avaliaram que o extrato de levedura melhorou significativamente a produção de prodigiosina.

Figura 7. Influência da fonte de nitrogênio no crescimento celular *S. marcescens*



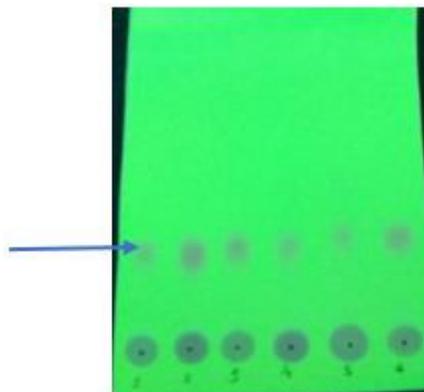
Fonte: O autor

A busca por fontes alternativas de carbono e nitrogênio de baixo custo, com um potencial para produção de pigmento por *S. marcescens* é de extrema importância visto que a relação destes macronutrientes é um parâmetro crucial para a produção de pigmentos.

3.3 ANÁLISE CROMATOGRAFICO EM CAMADA DELGADA DAS AMOSTRAS

Na análise qualitativa dos extratos obtidos de diferentes fontes de carbono e nitrogênio realizados por CCD, observa-se a migração de uma banda com pigmentação vermelha cujo fator de retenção (R_f) é de 0,49 (Figura 8).

Figura 8. Perfis cromatográficos adquiridos por CCD dos extratos obtidos pelas diferentes fontes de carbono (1-amido, 2-batata e 3-glicose) e fontes de nitrogênio (4-caseína, 5-extrato de levedura e 6-triptona)



Fonte: O autor

De acordo com o perfil de migração apresentado pelos extratos obtidos, pode-se perceber que o pigmento produzido nas diferentes condições apresenta perfil de migração semelhante na cromatografia em camada delgada, sugerindo que em ambos os extratos o pigmento extraído pode ser o mesmo. Lins et al., (2010) obtiveram o Rf da banda vermelha similar ao presente estudo, na qual foi usado um sistema diferente.

3.4 ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

O pigmento produzido pela *Serratia marcescens* UFPEDA 223 apresentou ação contra *Staphylococcus aureus* em uma concentração de 1.000 µg/mL. A concentração bactericida mínima (CMB) só foi observada para *S. aureus*, não havendo crescimento bacteriano na concentração de 1.000 µg/ml.

Filho e Teixeira (2013) estudaram um pigmento vermelho produzido por *Serratia marcescens* que apresentou atividade antimicrobiana para *E.coli*. Essa variação de espectro de ação pode estar relacionada a diferença na estrutura molecular do composto, isso demonstra a importância de caracterizar o mesmo.

5 CONCLUSÃO

Os resultados apresentados neste trabalho demonstram que a cepa *Serratia marcescens* UFPEDA 223, apresenta elevada produção de pigmentos naturais avermelhados, sendo otimizada e quando modificada a fonte de carbono por batata inglesa e na presença de triptona. A bactéria *Serratia marcescens* representa uma alternativa promissora para produção de pigmentos, onde foi observado ação antimicrobiana pelo o pigmento frente a *Staphylococcus aureus*. Pode-se sugerir que o

pigmento produzido apresenta características compatíveis com a prodigiosina, sendo necessária a realização da caracterização para a confirmação dessa classificação.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, RF Silva et al. 2009. Surface active agent produced by *Candida lipolytica* using cassava flour wastewater as substrate. **In: Current Research Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology**. p. 701-705.
- ARAÚJO, Helvia W.; FUKUSHIMA, K.; TAKAKI, Galba M. Campos. 2010. Prodigiosin production by *Serratia marcescens* UCP 1549 using renewable-resources as a low cost substrate. **Molecules**, v. 15, n. 10, p. 6931-6940.
- ARULSELVI, I; UMAMAHESWARI, S.; SHARMA, G et al. 2014. Screening of yellow pigment production bacterial isolates from various Eco-Climatic Areas and Analysis of the carotenoid produced by the Isolate. **Journal of Food Processing & Technology**, v. 5, n. 1 p 1-4.
- CHENG, Ming-Fang et al. Inhibitory Growth of Oral Squamous Cell Carcinoma Cancer via Bacterial Prodigiosin. **Marine drugs**, v. 15, n. 7, p. 224, 2017.
- DUFOSSÉ, L. Pigments, microbial. 2009. **In: Encyclopédia of microbiology**. 3a ed. Oxford: Academic, p. 457-471.
- FILHO, Raimundo Felipe da Cruz; TEIXEIRA, Maria Francisca Simas. 2013 **AVALIAÇÃO DO POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DE PIGMENTOS PRODUZIDOS POR BACTÉRIAS DO GÊNERO *Serratia* ISOLADAS DE SUBSTRATOS AMAZÔNICOS**. Espaço Científico Livre Projetos Editoriais.
- FRENGOVA, G. I.; BESHKOVA, D. M. 2009. Carotenoids from *Rhodotorula* and *Phaffia*: yeasts of biotechnological importance. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**, v.36, p.163-180.
- GENES, Carlos et al. 2011. Mitochondrial dysfunction in *Trypanosoma cruzi*: the role of *Serratia marcescens* prodigiosin in the alternative treatment of Chagas disease. **Parasites & vectors**, v. 4, n. 1, p. 66.
- KANAREK, R.B. 2011. Artificial food dyes and attention deficit hyperactivity disorder. **Nutrition Reviews**, v.69, n. 7, p. 385-391.
- KURBANOGLU, Esabi Basaran et al. 2015. Enhanced production of prodigiosin by *Serratia marcescens* MO-1 using ram horn peptone. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 46, n. 2, p. 631-637.
- LEE, Jong Suk et al. 2011. Exceptional production of both prodigiosin and cycloprodigiosin as major metabolic constituents by a novel marine bacterium, *Zooshikella rubidus* S1-1. **Applied and environmental microbiology**, v. 77, n. 14, p. 4967-4973.
- LINS, Jeanne Cristina Lapenda. 2010. **Produção e caracterização de prodigiosina isolada de *Serratia marcescens* UCP 1549**. 64 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

MEKHAEL, R.; YOUSIF, S. Y. 2009. The role of red pigment produced by *Serratia marcescens* as antibacterial and plasmid curing agent. **J Duhok Univ**, v. 12, n. 1, p. 268-274.

MENDONÇA, J. N. 2011. **Identificação e isolamento de corantes naturais produzidos por actinobactérias**. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

MONTANER, Beatriz; PEREZ-TOMAS, R. 2003. The prodigiosins: a new family of anticancer drugs. **Current cancer drug targets**, v. 3, n. 1, p. 57-65.

PEREIRA, A. S. 1987. Composição química, valor nutricional e industrialização. **Produção de batata**. Brasília: Linha gráfica, p. 12-28.

SHEYN, Y.; ZHANG, X.; PRINYAWIWATKUL, W.; XU.Z. 2014. Simultaneous determination of red and yellow artificial food colourants and carotenoid pigments in food products. **Food Chemistry**, V. 157, p. 553-558.

SOUZA, Thiago Luiz Brito. 2008. **PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO BIOLÓGICA DE PIGMENTOS NATURAIS DE *Serratia marcescens* UFPEDA 223**.Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Biotecnologia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

SURYAWANSHI, Rahul K. et al. 2014. Studies on production and biological potential of prodigiosin by *Serratia marcescens*. **Applied biochemistry and biotechnology**, v. 173, n. 5, p. 1209-1221.

VALDUGA E. et al. 2009. Produção de carotenoides: microrganismos como fonte de pigmentos naturais. **Quimica nova**. v. 32. n. 9. p. 2429-2436.

VENIL, Chidambaram Kulandaisamy; ZAKARIA, Zainul Akmar; AHMAD, Wan Azlina. 20013. Bacterial pigments and their applications. **Process Biochemistry**, v. 48, n. 7, p.1065-1079.

WEI, Yu-Hong; CHEN, Wei-Chuan. 2005. Enhanced production of prodigiosin-like pigment from *Serratia marcescens* SMΔR by medium improvement and oil-supplementation strategies. **Journal of bioscience and bioengineering**, v. 99, n. 6, p. 616-622.

ZANG, Chi-Zong et al. 2014. Identification and enhanced production of prodigiosin isoform pigment from *Serratia marcescens* N10612. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, v. 45, n. 4, p. 1133-1139.