

BioGrape: Inovação para o tratamento de efluentes têxteis a partir de celulose bacteriana de vinho

Estudante: Amanda Ribeiro Machado

Orientadora: Flávia Twardowski

Introdução

As indústrias têxteis tornam-se fontes de contaminação ambiental ao lançarem seus efluentes sem qualquer tratamento, já que somente 50% da tonalidade dos corantes é fixada nas fibras têxteis (HARRELKAS et al., 2009). Quando isso ocorre, as consequências são drásticas, como: a elevação da toxicidade dos corpos hídricos, poluição visual, impedimento dos processos de fotossíntese em decorrência da obstrução da passagem de luz (RICACZESKI, 2017).



A celulose bacteriana é o biopolímero de fonte renovável mais abundante no planeta (HUANG et al., 2018) e por isso vem se destacando em diversas áreas, devido as suas propriedades e possibilidades de aplicação, sendo o setor têxtil um setor promissor. Na indústria, a celulose pode ser utilizada desde a confecção de vestuário ao tratamento de efluentes têxteis (RICACZESKI, 2017). A celulose bacteriana é um potencial material adsorvente devido a sua estrutura de rede reticulada tridimensional, sendo caracterizada pela sua alta porosidade, elevada capacidade de retenção de água, alta área superficial e grupos de hidroxilas em suas cadeias (HUANG et al., 2018).



Objetivo

Desenvolver um material alternativo para a adsorção de corantes têxteis a partir da celulose bacteriana produzida com o resíduo agroindustrial da produção de vinho.

Metodologia

As etapas da metodologia estão descritas na Figura 3:

Figura 3 - Metodologia

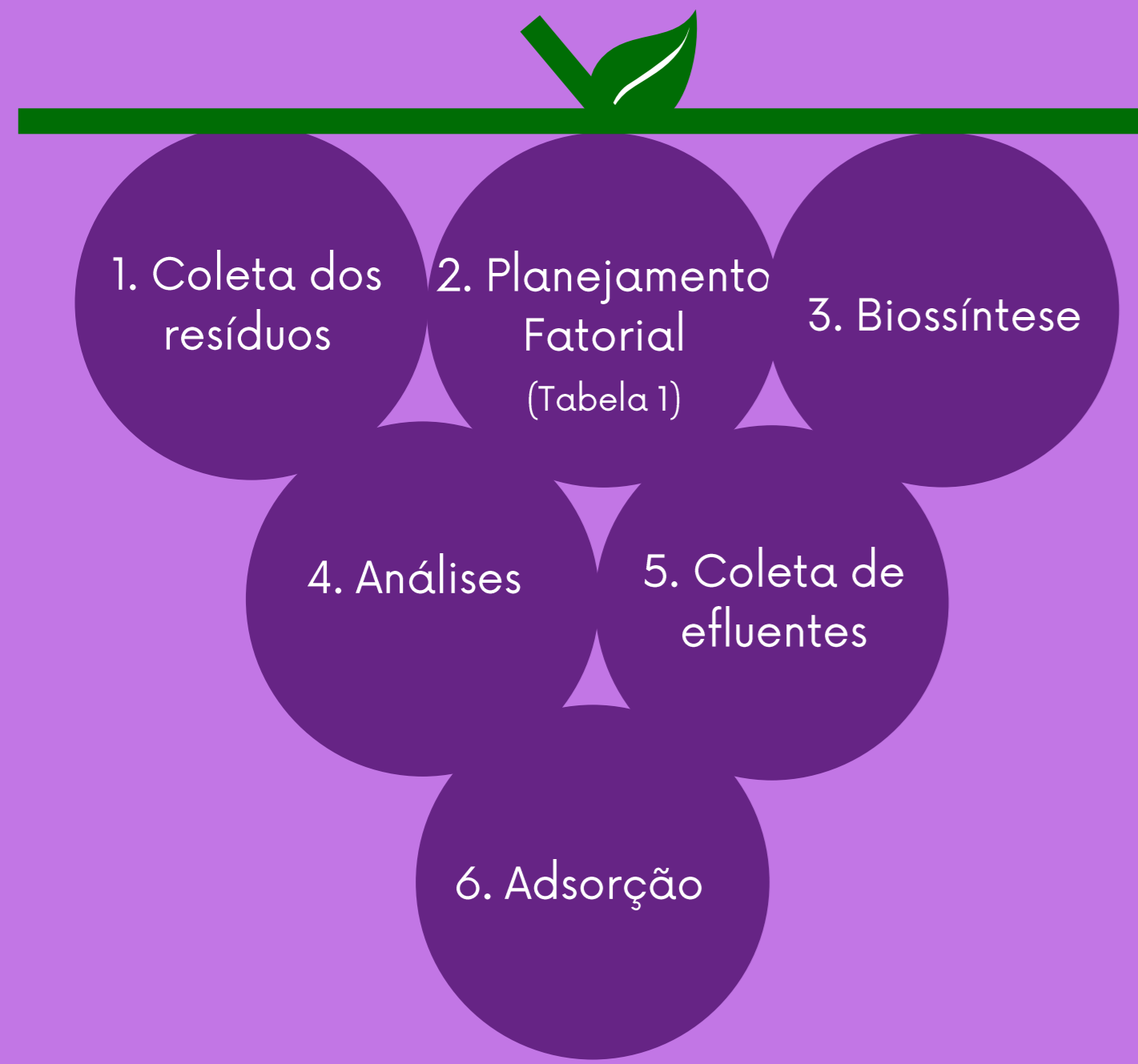


Tabela 1 - Planejamento Fatorial

Ensaio	Níveis Codificados		
	x_1	x_2	x_3
1	-1	-1	-1
2	1	-1	-1
3	-1	1	-1
4	-1	-1	1
5	1	1	-1
6	1	-1	1
7	-1	1	1
8	1	1	1
9	0	0	0
10	0	0	0
11	0	0	0
12	0	0	0

Fonte: Autoras, 2022.

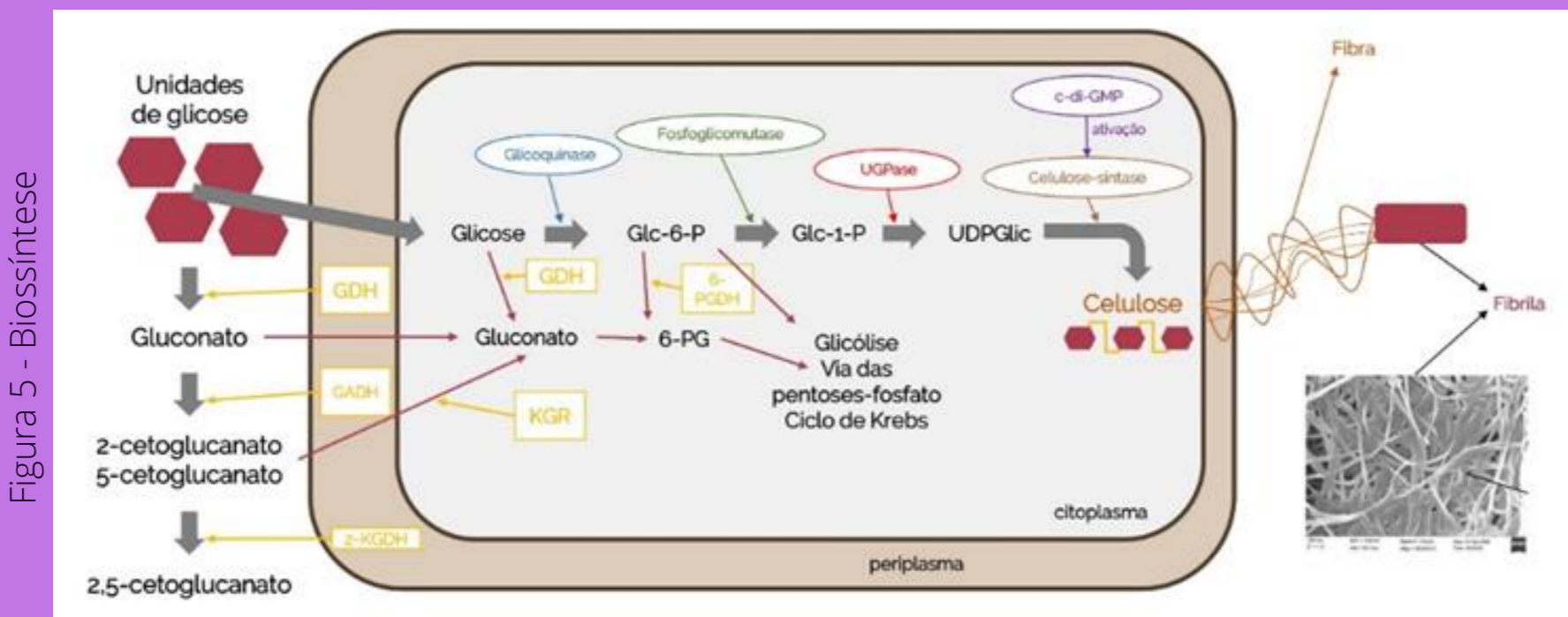
Resultados



O Rio Grande do Sul é o maior produtor de uva e vinho do Brasil, responsável por 50% da produção da fruta e 90% da produção da bebida (SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DO RIO GRANDE DO SUL, 2018).

Foi realizada a coleta dos resíduos agroindustriais da produção de vinho da uva tinta Merlot, safra 2022, nas indústrias da cidade de Bento Gonçalves, no Rio Grande do Sul (Figura 4).

A Figura 5 mostra a conversão de fontes de carbono em celulose bacteriana.



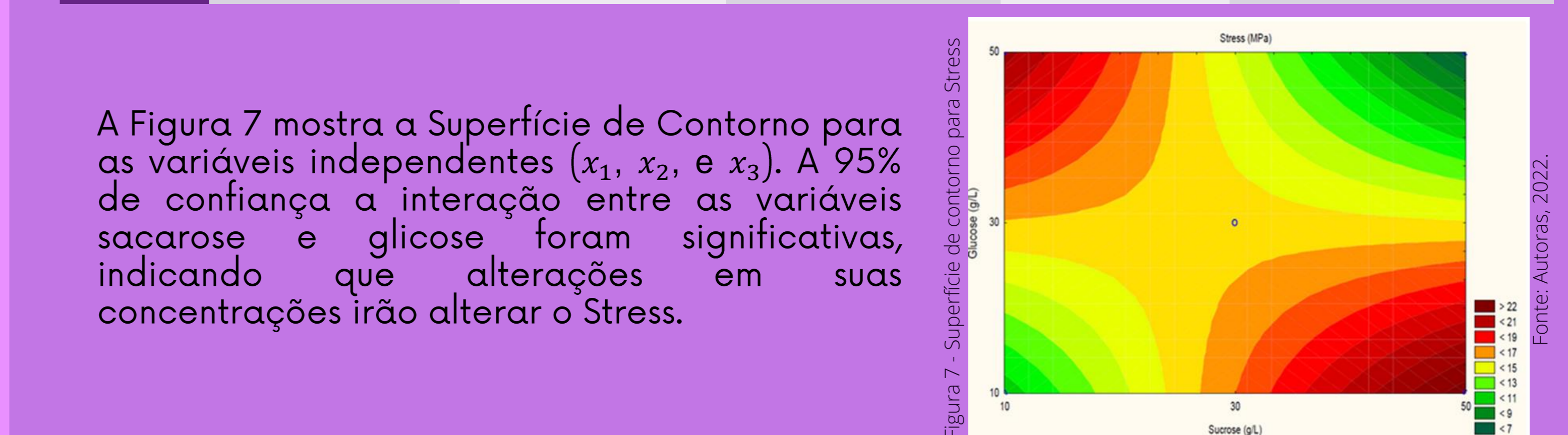
Em todos os meios de cultura foi possível observar o desenvolvimento de celulose bacteriana. A Figura 6 mostra as celuloses bacterianas (CB) desenvolvidas:



O Planejamento Fatorial 2^3 foi utilizado para otimizar o desenvolvimento de celulose bacteriana usando os resíduos da produção de vinho. A significância de cada coeficiente foi determinado utilizando Student's t-tests e valores p . Os resultados estão apresentados na Tabela 2.

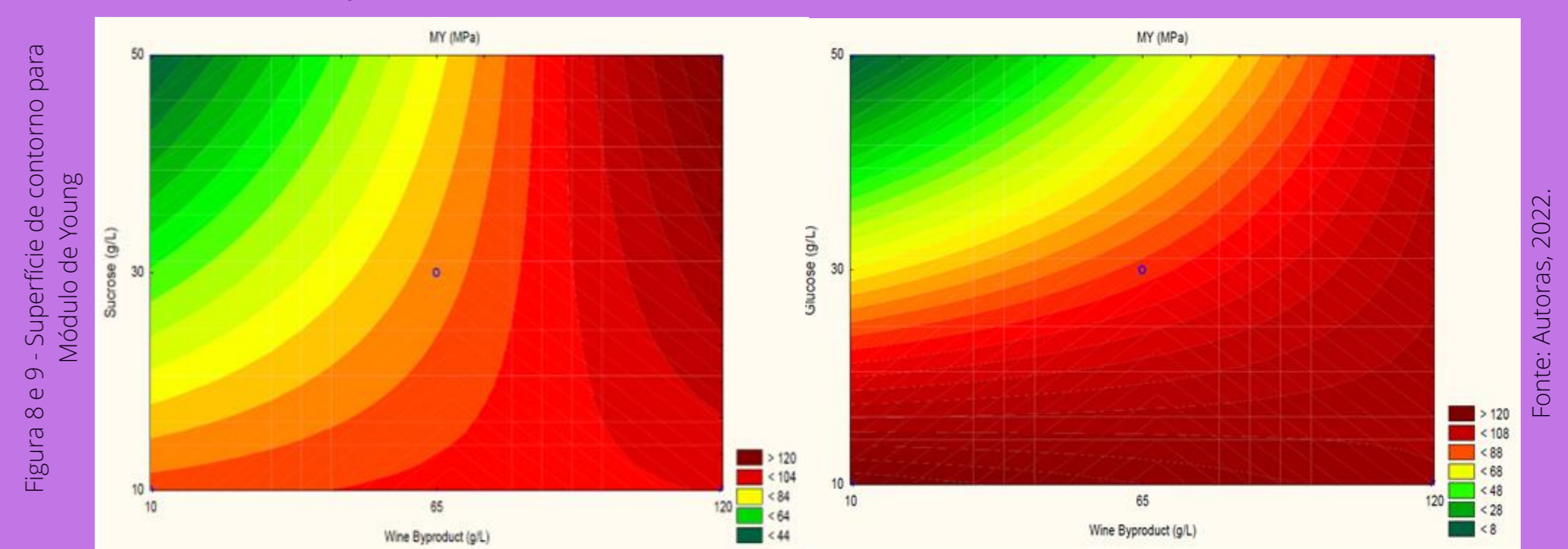
Tabela 2 - Propriedades das celuloses

Ensaio	Stress (MPa)	Alongamento à ruptura [%]	Módulo de Young (MPa)	Rendimento [%]	Espessura [mm]
1	12,04 ± 0,44 ^a	5,99 ± 0,84 ^a	201,72 ± 16,75 ^d	4,2 ± 0,68 ^c	0,130 ± 0,034 ^a
2	10,35 ± 1,56 ^a	15,93 ± 3,69 ^b	63,35 ± 3,63 ^b	1,92 ± 0,16 ^a	0,102 ± 0,036 ^b
3	19,61 ± 3,29 ^b	24,26 ± 0,87 ^{c,d}	123,77 ± 24,93 ^c	8,96 ± 1,43 ^b	0,162 ± 0,025 ^c
4	15,21 ± 1,81 ^b	35,12 ± 3,12 ^e	57,10 ± 5,42 ^b	8,16 ± 6,24 ^a	0,076 ± 0,025 ^c
5	27,21 ± 1,52 ^b	17,98 ± 1,25 ^{b,c,d}	217,01 ± 12,81 ^d	2,43 ± 0,74 ^a	0,098 ± 0,035 ^c
6	25,29 ± 4,00 ^b	23,68 ± 3,27 ^{b,e,d}	214,32 ± 7,8 ^d	2,98 ± 0,72 ^a	0,094 ± 0,024 ^c
7	4,95 ± 0,40 ^a	25,62 ± 3,82 ^d	24,84 ± 3,45 ^a	8,75 ± 1,03 ^a	0,092 ± 0,019 ^d
8	9,69 ± 3,28 ^a	16,65 ± 3,95 ^{b,c}	75,90 ± 10,16 ^b	0,53 ± 0,67 ^a	0,115 ± 0,076 ^d
9	10,71 ± 1,32 ^a	73,31 ± 1,47 ^f	10,26 ± 0,01 ^a	3,46 ± 0,67 ^a	0,100 ± 0,016 ^c
10	17,19 ± 1,29 ^a	92,34 ± 10,11 ^g	11,42 ± 1,91 ^a	3,60 ± 0,33 ^b	0,207 ± 0,050 ^e
11	12,04 ± 0,44 ^a	5,99 ± 0,84 ^a	201,72 ± 16,75 ^d	4,2 ± 0,68 ^c	0,130 ± 0,034 ^a



A Figura 7 mostra a Superfície de Contorno para as variáveis independentes (x_1 , x_2 , e x_3). A 95% de confiança a interação entre as variáveis sacarose e glicose foram significativas, indicando que alterações em suas concentrações irão alterar o Stress.

As Figuras 8 e 9 mostram as Superfícies de Contorno de Módulo de Young para as variáveis independentes (x_1 , x_2 , e x_3). A 95% de confiança a interação entre todas as variáveis foram significativas, indicando que alterações em suas concentrações irão alterar o Módulo de Young.



Os testes realizados para remoção do corante índigo carmim (IC) foram realizados a partir de soluções de 15mg/L e 25mg/L. A celulose bacteriana produzida com sacarose foi utilizada como controle. Em todos os ensaios os resultados foram superiores ou próximos a 90%, como mostram as Tabelas 4 e 5 e as Figuras 21e 22:

Tabela 3 - Remoção de IC (15mg/L)

Ensaio	Remoção de índigo carmim [%]
3	81,59 ± 0,80
4	92,35 ± 0,94
6	91,93 ± 0,26
8	85,11 ± 0,24
9	93,11 ± 0,43
Controle	83,06

Tabela 4 - Remoção de IC (25mg/L)

Ensaio	Remoção de índigo carmim [%]
3	89,09 ± 0,27
4	89,09 ± 0,27
6	93,50 ± 0,02
8	91,22 ± 0,58
9	94,85 ± 0,62
Controle	90,83

Ensaio	Remoção do efluente índigo carmim (1,25 mg/L) [%]
1	●
3	●
4	22,48 ± 16,63
6	●
7	12,16 ± 7,80
8	●
9	●
10	●
Controle	4,00 ± 0,33

As celuloses bacterianas desenvolvidas possuem coloração rosada ou roxa, por conta disso, em alguns ensaios realizados com a concentração 1,25 mg/L, houve a transferência de cor da celulose bacteriana. Para solucionar o problema foi realizado o tratamento de remoção de cor com hipoclorito de sódio 30%. Após, o teste de adsorção foi repetido, onde houve remoção do efluente sintético, comprovando a importância do tratamento de remoção de cor das celuloses bacterianas.

Ensaio	Efluente verde [%]	Efluente vermelho [%]
3	15,06	2,38
4	17,31	4,08
6	17,67	1,92
8	16,25	3,23
9	12,09	5,61
Controle	18,26	4,08

Foi testada a capacidade de remoção dos efluentes têxteis de coloração vermelha e verde. Para tanto foi realizada a leitura das soluções após o processo de adsorção no espectrofotômetro. Foi a Tabela 5 mostra os resultados da remoção dos efluentes.

Através do método Mark Up, foi calculado o custo de produção da celulose desenvolvida em R\$0,23. O projeto atinge a 8 dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (nº 2, 6, 9, 11, 12, 13, 14 e 15).

Conclusões

O objetivo do trabalho foi alcançado, uma vez que foi possível desenvolver uma alternativa biodegradável aos plásticos sintéticos aos resíduos gerados durante o processamento de uva e ao tratamento de efluentes têxteis. Logo, a pesquisa desenvolvida demonstra importância e relevância social, econômica e ambiental ao estimular: (i) o aproveitamento de resíduos agroindustriais, (ii) um material alternativo para redução de corantes industriais têxteis, (iii) a diminuição dos impactos que tanto os rejeitos industriais têxteis como os subprodutos agrícolas causam ao meio ambiente e, (iv) a melhora da qualidade de vida e do ambiente.