



SUMÁRIO

12600 - ANÁLISE DE ENGENHARIA METABÓLICA PARA O DESENVOLVIMENTO E MAXIMIZAÇÃO QUANTITATIVA DO TRATAMENTO DE DRENAGEM ÁCIDA DE MINERAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE Fe^{3+} E ÁCIDO SULFÚRICO, GERADOS PELO METABOLISMO DA BACTÉRIA ACIDITHIOBACILLUS FERROOXIDANS ATCC 53993
Hyan Dias Tavares, Ana Carolina Feltrin, Elidio Angioletto, Elton Mendes, Erlon Mendes¹ ..

12604 - DESEMPENHO DE BLINDAGENS HÍBRIDAS ALUMINA/ALUMÍNIO EM MOSAICO COM MATERIAL DE PREENCHIMENTO
Eduardo Hobold Kammer, Agenor de Noni Junior, Jeanini Jiusti¹

12616 - MODELO IN SILICO EM ESCALA GENÔMICA COM REGULAÇÃO DA BACTÉRIA ACIDITHIOBACILLUS FERROOXIDANS ATCC 53993: CONSTRUÇÃO DA REDE METABÓLICA E ANÁLISE
Ana Carolina Feltrin, Erlon Mendes, Hyan Dias Tavares, Elton Mendes, Elidio Angioletto¹ ..

12772 - AVALIAÇÃO DO USO DO OZÔNIO NO CONTROLE DE MICRORGANISMOS FERRO OXIDANTES E SULFATO REDUTORAS EM REJEITO PIRITOSO
Willian Acordi Cardoso¹, Ana Carolina Feltrin¹, Thauan Gomes¹, Everton Angioletto², Elidio Angioletto¹

13084 ESTUDO CINÉTICO DA REAÇÃO DE PRODUÇÃO DE SULFATO FERROSO A PARTIR DA PIRROTITA
Kelvin Goularte dos Santos¹, Camila Machado de Oliveira², Michael Peterson¹

13788 - CALIBRAÇÃO DE UM SISTEMA DE ANÁLISE TÉRMICA PARA DETERMINAÇÃO DE QUARTZO
Julia Meller Mendes Silva, Camila Pacheco Santos, Michael Peterson¹



Resumo de Pesquisa (concluído)

12600 - ANÁLISE DE ENGENHARIA METABÓLICA PARA O DESENVOLVIMENTO E MAXIMIZAÇÃO QUANTITATIVA DO TRATAMENTO DE DRENAGEM ÁCIDA DE MINERAÇÃO PARA PRODUÇÃO DE Fe^{3+} E ÁCIDO SULFÚRICO, GERADOS PELO METABOLISMO DA BACTÉRIA *Acidithiobacillus ferrooxidans* ATCC 53993

Hyan Dias Tavares, Ana Carolina Feltrin, Elidio Angioletto, Elton Mendes, Erlon Mendes¹

¹Unidade Acadêmica de Ciência, Engenharia e Tecnologia, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Brasil

A extração mineral no Brasil resultou em grandes impactos ambientais, sendo o mais conhecido e analisado nesta pesquisa a drenagem ácida de mina (DAM), evidenciada basicamente por altas concentrações de Ferro (II e III), sulfatos e pH ácido. Para resolver este problema, pesquisadores do mundo inteiro estudam a *Acidithiobacillus ferrooxidans*, um microrganismo quimiolitotrófico capaz de oxidar o Fe^{2+} em Fe^{3+} e que utiliza o CO_2 atmosférico como fonte de carbono. A Engenharia Metabólica se destaca como grande área do conhecimento que visa a maximização de um produto de alto valor agregado em escala genômica. O objetivo deste trabalho, através da engenharia metabólica e do estudo cinético microbiano é maximizar a produção de Fe^{3+} , desenvolvendo um modelo in silício utilizando o CobraToolbox (ferramenta do software MatLab) e identificando as constantes cinéticas, através de parâmetros in vitro e comparativos literários. Desenvolveu-se inicialmente um modelo in silício em escala genômica com 639 rações e 1004 metabolitos, porém sua análise de balanço de fluxo (FBA) apresentava produção de CO_2 atmosférico em vez do consumo experimentalmente observado. Depois de inúmeras tentativas de ajustar as restrições do modelo para validá-lo com dados experimentais, optou-se por descontinuá-lo. Os trabalhos continuaram no âmbito da engenharia bioquímica clássica, com modelos black box. As constantes cinéticas, foram encontradas a partir do crescimento da *A. ferrooxidans*, observando diariamente a densidade ótica (DO_{510}), a concentração celular por peso seco (X), concentrações de Fe^{2+} (S) e Fe^{3+} (P), em um período de 21 dias. Ajustou-se as curvas pela equação de Gompertz utilizando os dados de DO_{510} , pois sua curva experimental era a que se aproximava mais da curva característica de crescimento do microrganismo. Por comparação com a literatura, percebeu-se que o método de identificação de Fe^{3+} utilizado não foi eficaz. Sob as hipóteses de consumo total de Fe^{2+} após o período de 21 dias e fator de conversão de substrato em células constante, utilizou-se a curva de Gompertz anterior para contornar os erros experimentais observados na medição das concentrações de substrato. Através destas observações e estudo cinético, encontrou-se a velocidade específica de crescimento máxima (μ_{max}) de 0,216 dias⁻¹, constante de saturação K_s de 0,002 g/mL, fator de conversão de substrato em células Y_{xs} de 0,3619 gX/gS e fator de conversão de substrato em produto Y_{ps} de 1,0026 gP/gS. É importante salientar que a fonte de carbono, CO_2 atmosférico, não fez parte deste estudo e não foi quantificada. Os resultados obtidos são de suma importância para o dimensionamento de um sistema de tratamento de DAM utilizando este microrganismo e objetivando a máxima extração de ferro do meio.



Palavras-chave: Acidithiobacillus ferrooxidans, Cinética, Engenharia Metabólica.
Fonte financiadora: UNESC e CNPq.

Resumo de Pesquisa (concluído)

12604 - DESEMPENHO DE BLINDAGENS HÍBRIDAS ALUMINA/ALUMÍNIO EM MOSAICO COM MATERIAL DE PREENCHIMENTO

Eduardo Hobold Kammer, Agenor De Noni Junior, Jeanini Jiusti¹

¹Laboratório de Reatores e Processos Industriais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Brasil

O contínuo aprimoramento das armas de fogo tem aumentado a capacidade de dano contra pessoas e equipamentos. A necessidade de dispositivos de proteção balística de baixo peso e mais resistentes motiva o desenvolvimento e aperfeiçoamento de sistemas de blindagem para uso pessoal, veicular, e com aplicações estruturais. Cerâmicas e seus compósitos são atrativos para uso em blindagens devido a sua menor densidade, maior dureza e resistência mecânica à compressão quando comparados com outras classes de materiais. O emprego de mosaicos pode promover a redução da extensão do dano quando se utiliza materiais de preenchimento entre os mosaicos que visa propagar as ondas de choques ao longo da blindagem. Quando o painel é atingido, a fratura não compromete o desempenho de toda a proteção, mas somente da peça atingida ou de algumas adjacentes. Este trabalho tem como objetivo produzir e caracterizar materiais de preenchimento em mosaicos balísticos Al_2O_3/Al em comparação a painéis monolíticos. Os materiais de preenchimento foram escolhidos com base na facilidade de aplicação, densidade e módulo de elasticidade. A distância entre as placas no mosaico era de 1 mm. Dentre os materiais de preenchimento estudados (cimento Portland CP V, cimento de zinco, cimento resinoso, geopolímero e epóxi), os que apresentaram melhores desempenhos em testes preliminares foram o epóxi e o geopolímero. Para avaliar a transmissão das ondas propagadas desenvolveu-se uma técnica baseada na literatura e foram colados 3 extensômetros a diferentes distâncias do ponto de impacto. Uma esfera de metal foi solta (queda livre) a uma altura de 32 cm em placas de alumina e porcelanato monolítica. Os resultados mostraram que o sinal lido no primeiro strain gage causada pelo impacto da esfera na placa monolítica é mais intenso que o sinal lido no primeiro strain gage do mosaico com o espaçamento entre as placas de 1 mm preenchido com epóxi. Isso pode ser um indicativo de que o epóxi conseguiu absorver parte da energia e ou provavelmente a onda foi refletida de volta para a primeira placa. Para a condição preenchida com geopolímero não foi possível captura de sinal, pois o geopolímero trincava assim que recebia o impacto.

Palavras-chave: Materiais de preenchimento, blindagem, mosaico.

Fonte financiadora: UNESC



Resumo de Pesquisa (concluído)

12616 - MODELO IN SILICO EM ESCALA GENÔMICA COM REGULAÇÃO DA BACTÉRIA ACIDITHIOBACILLUS FERROOXIDANS ATCC 53993: CONSTRUÇÃO DA REDE METABÓLICA E ANÁLISE

Ana Carolina Feltrin, Erlon Mendes, Hyan Dias, Elton Mendes, Elidio Angioletto¹

¹Laboratório de Desenvolvimento de Biomateriais e Materiais Antimicrobianos, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Brasil.

A biolixiviação é um processo utilizado na extração de minerais desejados a partir de minérios brutos, que vem sendo cada vez mais consolidada no mercado industrial. O microrganismo *Acidithiobacillus ferrooxidans*, bactéria acidofílica e autotrófica, está envolvida neste processo pois está envolvida na bioxidação destes minérios. Para verificar as reações, fluxos e vias metabólicas deste microrganismo, é de extrema importância o conhecimento da área de Engenharia Metabólica, a qual é um campo que contribui para a mensuração e compreensão do controle de fluxo in vivo. A reconstrução in silico é baseada nas reações químicas intracelulares dos microrganismos e cada reação corresponde a um fluxo, tendo uma função objetivo, que geralmente é a reação hipotética da formação de biomassa. O MATLAB é um importante software para análises in silico, pois possui uma linguagem de alto nível e um ambiente interativo. O METoolbox e o COBRA Toolbox são duas ferramentas que podem ser integradas ao software para fazer análises in silico de Engenharia Metabólica. O objetivo do trabalho foi realizar a construção de um modelo in silico a partir das reações que ocorrem no interior das células do microrganismo *Acidithiobacillus ferrooxidans* citadas no KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes) - banco de dados para auxílio na compreensão das funções de sistemas biológicos de organismos a nível molecular, gerado pelo sequenciamento do genoma e outras altas tecnologias. Fez-se o levantamento de dados e uma planilha que atendessem aos requisitos para que o Cobra Toolbox pudesse reconhecer o modelo. As reações foram retiradas do KEGG e transferidas para o Excel. Foi elaborado também um MFA (Metabolic Flux Analysis), de acordo com a literatura, juntamente com uma análise de sensibilidade utilizando o METoolbox. A análise de sensibilidade visou a otimização do processo de oxidação do Fe²⁺ pela bactéria. Ao todo, com o auxílio do KEGG, 639 reações e 1004 metabólitos foram descritos em modelo in silico, caracterizando-se como um modelo em escala genômica. O número elevado de reações dificultou a definição das restrições do modelo, cuja análise de balanço de fluxos (FBA) acabou não gerando o comportamento experimentalmente observado. A equipe então decidiu elaborar um modelo simplificado para análise de fluxo metabólico (MFA). Sugere-se para trabalhos futuros o ajuste fino das restrições do modelo original. No FBA, a função objetivo foi o crescimento celular. Sendo a reação de formação de biomassa muito particular para cada organismo, ela não foi encontrada em literatura. A produção de biomassa do microrganismo *Escherichia coli* foi usada como modelo para estimar esta reação. Determinadas as reações, o modelo in silico seguiu então para a definição das restrições. Restrições típicas de modelos já conhecidos levavam a produção de CO₂, que para a *A. ferrooxidans* é a principal fonte de carbono, que deveria ser, portanto, consumido. Dentre as 639 reações do modelo, não foi possível encontrar a causa de tal discrepância, levando a equipe a elaborar para um modelo simplificado em MFA. O modelo de MFA foi gerado em planilha de Excel e sua leitura foi feita por meio do Cobra Toolbox, dentro do



software MATLAB, o qual gerou sua matriz estequiométrica, onde as linhas são as reações e as colunas os metabólitos. A matriz estequiométrica foi então importada ao METoolbox para a execução do MFA com análise de sensibilidade, também no software MATLAB. A análise de sensibilidade visou a maximização da incorporação e transformação do carbono inorgânico (CO₂) a carbono orgânico, maximizando também o crescimento do microrganismo. Os fluxos medidos experimentalmente foram retirados da literatura: 0,99 mmol/h para reação de assimilação de carbono, 27,27 mmol/h para assimilação de energia e 26,23 mmol/h para assimilação do oxigênio. Foram calculados os fluxos a partir destas informações, e também foi feito o melhoramento estatístico dos resultados, o qual fez com que fosse maximizada e as outras taxas em relação a esta fossem calculadas. A análise de sensibilidade revelou que a reação de assimilação de energia e oxigênio é a que mais influencia no consumo e transformação do carbono inorgânico. O modelo in silico em escala genômica não foi concluído, mas gerou dados para continuação de possíveis trabalhos. A análise de sensibilidade revelou que a assimilação e transformação de carbono inorgânico em orgânico pode ser maximizada aumentando a assimilação de ATP e oxigênio. O MFA apresentou o mesmo resultado, otimizando a assimilação de carbono inorgânico as reações de assimilação de oxigênio e ATP tiveram um fluxo maior.

Palavras-chave: Engenharia Metabólica, reconstrução in silico, COBRA Toolbox.

Fonte financiadora: PIC 170

Referências:

HOLD, C. Insights to the metabolismo of *Acidithiobacillus ferrooxidans* by metabolic engineering. 2007. 119 f. Tese (Doutorado) – Centro de Engenharia Bioquímica e Biotecnologia, Universidade do Chile, Santiago, Chile.

HOLD, C.; Andrews, B.A.; Asenjo, J.A. A stoichiometric modelo of *Acidithiobacillus ferrooxidans* ATCC 23270 for Metabolic Flux Analysis. Outubro, 2008. Universidade do Chile, Santiago, Chile.

MENDES, Erlon. Estudo em escala genômica da *Clostridium acetobutylicum* ATCC 824 para a bioprodução de hidrogênio e criação de um modelo regulatório. 2014. 210 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

STEPHANOPOULOS, G; ARISTIDOU, A. A.; NIELSEN, J. Metabolic Engineering. San Diego, Academic Press, 1998.

Resumo de Pesquisa (concluído)

12772 - AVALIAÇÃO DO USO DO OZÔNIO NO CONTROLE DE MICRORGANISMOS FERRO OXIDANTES E SULFATO REDUTORAS EM REJEITO PIRITOSO

Willian Acordi Cardoso¹, Ana Carolina Feltrin¹, Thauan Gomes¹, Everton Angioletto², Elidio angioletto¹

¹Laboratório de Desenvolvimento de Biomateriais e Materiais Antimicrobianos, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Brasil.

²Biossam biotecnologia LTDA

Nos processos de mineração o rejeito piritoso é um dos maiores causadores de danos ambientais e apesar das instituições envolvidas não medirem esforços para poder dar um destino adequado procurando minimizar os danos ambientais, os custos muitas vezes são impeditivos para a solução definitiva. O rejeito piritoso em contato com a água forma ácido sulfúrico que acidifica o meio e solubiliza os metais pesados presentes nesses rejeitos formando a drenagem ácida de mineração – DAM. O rejeito contém microrganismos sulfato redutores e Acidithiobacillus ferrooxidans que utilizam minerais presentes como substrato para seu crescimento e através de seu metabolismo transformam estes nutrientes em produtos indesejáveis, pois em contato com a água aumentam de forma acentuada a cinética de formação de DAM. Uma forma de minimizar a formação de DAM é eliminando esses microrganismos presentes no rejeito. Com este objetivo e com o conhecimento sobre a eficiência antimicrobiana do gás ozônio, se definiu a injeção de ozônio em Lisímetros contendo rejeito piritoso e microrganismos para verificar sua eficiência na eliminação dos mesmos e na minimização na formação da DAM. As análises foram realizadas mensurando os metais presentes no lixiviado e o pH e Eh. Os resultados apontaram que com o uso de ozônio inicialmente ocorreu um aumento na formação de DAM e posteriormente houve diminuição na formação da mesma.

Palavras-chave: Rejeito Piritoso, Ozônio, Sulfato redutoras, Acidithiobacillus ferrooxidans
Fonte financiadora: PIBIT/CNPq



Resumo de Pesquisa (concluído)

13084 ESTUDO CINÉTICO DA REAÇÃO DE PRODUÇÃO DE SULFATO FERROSO A PARTIR DA PIRROTITA

Kelvin Goularte dos Santos¹, Camila Machado de Oliveira², Michael Peterson¹

¹Laboratório de Reatores e Processos Industriais – Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Criciúma, Brasil.

²Programa de Pós-graduação em Ciência e Engenharia de Materiais – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Criciúma, Brasil.

Em Santa Catarina, desde o descobrimento da primeira mina, em 1860, os resíduos sólidos do beneficiamento do carvão mineral são depositados no meio ambiente. A pirita está presente em grande parte desses resíduos e pode ser utilizada como matéria-prima para produtos com grande valor agregado. Peterson (2008) elaborou uma rota química para obter sulfato ferroso mono e hepta hidratado a partir da pirita. Este estudo cinético complementa o seu trabalho, fornecendo dados de rendimento e a constante de velocidade de reação. O material de estudo foi moído em moinho de discos e, sequencialmente, moinho excêntrico com bolas de alta alumina, atingindo um tamanho de partícula final médio de 11,75 μm . Posteriormente, a pirita foi beneficiada por lixiviação em água destilada. A conversão de pirita em pirrotita decorreu do tratamento térmico em forno Jung tipo mufla (modelo tubular horizontal), a 1000°C em atmosfera inerte (N₂). Após as etapas de beneficiamento, a pirrotita foi atacada com ácido sulfúrico e em seguida submetida à agitação magnética a temperatura constante de 50°C. A fim de se obter dados cinéticos, a reação foi interrompida em determinados períodos e a concentração de sulfato ferroso foi determinada por titulação. Os resultados demonstram que o rendimento da reação é próximo a 65%. Como a reação é de primeira ordem, utilizou-se o método integral de análise para estimar a constante de velocidade, com os dados de concentração de pirrotita (mol/L) em função do tempo (min) a constante obtida foi de 0,0024 L/(mol x min).

Palavras-chave: Pirrotita, sustentabilidade, rejeito.

Fonte financiadora: UNESC, FAPESC, CNPq e FUMDES.

Referências:

PETERSON, Michael. Produção de sulfato ferroso a partir da pirita: desenvolvimento sustentável. 2008. 127 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.



Resumo de Pesquisa (concluído)

13788 - CALIBRAÇÃO DE UM SISTEMA DE ANÁLISE TÉRMICA PARA DETERMINAÇÃO DE QUARTZO

Julia Meller Mendes Silva, Camila Pacheco Santos, Michael Peterson¹

¹Laboratório de Reatores e Processos Industriais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Brasil.

O quartzo é um mineral empregado para a fabricação de revestimentos cerâmicos, ele dá estabilidade à massa na secagem e na queima. A presença de quartzo em excesso pode trincar e até causar a quebra de um revestimento, defeitos que são percebidos apenas após a queima. A transformação do quartzo da forma α para a forma β , que ocorre na temperatura de 573°C, gera tensões na peça durante a queima. As tensões são aliviadas por meio de trincas e ainda que a peça não apresente nenhum defeito aparente o excesso de quartzo provoca a diminuição da resistência mecânica das peças. Sabendo da importância existente na quantidade de quartzo nos argilominerais utilizados como matéria-prima cerâmica, esse trabalho teve como objetivo realizar a calibração de um sistema de análise térmica (DSC) para determinação de quartzo. Um estudo foi feito para determinação das melhores condições operacionais na determinação de quartzo utilizando DSC. Utilizou-se diferentes intervalos de tamanho de partículas, taxa de aquecimento e massa nas análises. Verificou-se que a melhor condição era a que possuía a maior taxa de aquecimento e tamanho de partícula. A partir desta escolha foram feitas mais análises utilizando misturas de alumina e quartzo de alta pureza, com variação de 0% a 100%, de acordo com a melhor condição operacional, resultando em curvas que serviram para determinação da curva de calibração, relacionado a área do pico de transição do quartzo- α para o quartzo- β e a concentração de quartzo de cada mistura.

Palavras-chave: DSC, taxa de aquecimento, curva de calibração.

Fonte financiadora: UNESC.