



XIII FOCIEST 2019
unisociesc>

ANAIS DO EVENTO

FORO CIENTÍFICO
ESTUDANTIL
2019

unisociesc>
XIII fociest

Dissemine seu conhecimento
apresentando sua pesquisa





Apresentação **Foro Científico Estudantil – FOCIEST**

O que é o FOCIEST?

O Foro Científico Estudantil – FOCIEST é um evento anual que proporciona o encontro de alunos e professores pesquisadores para apresentação e análise de pesquisas de iniciação científica produzidas em Joinville e região. O evento, aberto ao público e sem cobrança de inscrição, aceita artigos escritos por alunos de Ensino Médio, Técnico, Graduação e Pós-Graduação.

O Programa de Iniciação Científica do Centro Universitário Sociesc (PICUNISOCIESC), em conjunto com as coordenações dos Mestrados Profissionais em Engenharia Mecânica e em Engenharia de Produção e dos cursos de Graduação da UNISOCIESC, contou com a participação de pesquisadores de Iniciação Científica, graduandos e mestrandos da instituição e demais instituições de ensino superior da região no XIII Foro Científico Estudantil – FOCIEST 2019, realizado nos dias 05 de novembro de 2019 na UNISOCIESC.

Objetivo:

O Foro Científico Estudantil do Centro Universitário SOCIESC – FOCIEST, realizado anualmente, tem como objetivos:

1. Divulgar projetos de Iniciação Científica, bem como Trabalhos de Conclusão de Curso em andamento no Centro Universitário Sociesc (UNISOCIESC) e demais instituições de ensino superior da região;
2. Permitir a avaliação do PIC pelos professores, pesquisadores convidados e comunidade
3. Possibilitar o intercâmbio entre os alunos de graduação e mestrado que participam de projetos de pesquisa científica na UNISOCIESC e outras universidades.



Sumário

Eixo: Engenharias / Saúde e Ciências Sociais

Avaliação da toxicidade de nanopartículas de ouro associadas a diclofenac de sódio e / ou lecitina de soja em ratos suíços (Morgana Prá, Gabriela K.i Ferreira, Karine M. Zepon, Morgana S. Marques, Herick M.Rodrigues Nascimento, Aline H. de Mello, Ana C. Povaluk Tschoeke, B. Xavier de Farias, Melissa Ern Benedet, Jôa Luiz Tavares Mendes, Jéssica).....	3
Utilização do nióbio e níquel no aço 1020, visando aumentar a resistência mecânica (Luiz Ricardo Wensing de Espíndola e Rosineide Junkes Lussoli)	19
Interação entre nanopartículas de ouro e vitamina C em formulações cosméticas antienvhecimento (Amanda Letícia Vargas, Fernando Silvio de Souza e Gabriela)	32
Balanco de massa do processo de produção de ácido clorídrico a partir de ácido sulfúrico e cloreto de sódio (Jaine Schmidt, Milena Treml e Samara C. Branco, Rogerio Araujo)	49
Participação do receptor trpa1 via estresse oxidativo na dor neuropática observada em um modelo de síndrome da dor complexa regional tratado com nanopartículas de ouro (Maria Paula Engster, Samira Dal-Toé de Prá, Alessandra Betina Gastaldi, Daniela Delwing de Lima, Gabriela Kozuchovski Ferreira).....	68
Lesões articulares no judô de alto rendimento (Bruna Cidral, Marco Antonio Schueda, Paulo Sergio da Silva).....	89
O regime de partilha na regulação jurídica do pré-sal: uma análise furadiana das potencialidades perdidas (pablo henrique lopes de carvalho e moises alves soares) .	111
Usando Linguagens visuais para o ensino e aprendizagem de algoritmos (Leandro A Custodio, Luiz C Camargo)	120
Centro de Educação Infantil com Ênfase em sustentabilidade na cidade de Garuva / SC - curso de arquitetura e urbanismo - UniSociesc - Campus Joinville SC (Natani Pereira, Dalila R Zanuzo)	126
Reutilização de materias polímeros na construção civil (Diana Giraldi e Janaine L L Howarth)	129



AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE NANOPARTICULAS DE OURO ASSOCIADAS A DICLOFENAC DE SÓDIO E / OU LECITINA DE SOJA EM RATOS SUÍÇOS

Ana Cristina Povaluk Tschoeke¹, Morgana Prá², Gislaine Tezza Rezin³, Gabriela Kozuchovski Ferreira⁴

*1 Graduação em Enfermagem, UNISOCIESC, Joinville, SC, Brazil. E-mail: cris.ana.ts@gmail.com
Endereço: Rua Albano Schmidt n° 2007, Boa Vista, Joinville, SC, Brazil. Apartamento 103, CEP:89205-100.*

2 Laboratório de Neurobiologia de Processos Inflamatórios e Metabólicos, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, SC, Brazil. E-mail: pra.morgana@gmail.com

3 Laboratório de Neurobiologia de Processos Inflamatórios e Metabólicos, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, SC, Brazil. E-mail: gitezza@hotmail.com

4 Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, UNISOCIESC, Joinville, SC, Brazil. E-mail: gabriela.kozuchovski@unisociesc.com.br

RESUMO: Neste estudo, propusemos associar nanopartículas de ouro (PNB) ao diclofenaco sódico e / ou lecitina de soja e avaliar sua concentração nos tecidos e toxicidade de análises hepáticas e renais em camundongos, a fim de avaliar sua segurança para tratamento subsequente da obesidade. Os animais receberam, uma vez ao dia, solução salina intraperitoneal ou PNB esférico de tamanho médio de 18 nm a uma concentração de 70 mg / L (70 mg / kg) associada ou não ao diclofenaco de sódio e / ou lecitina de soja por 24 horas e 14 dias. A avaliação do dano hepático foi verificada a partir das dosagens de alanina aminotransferase (ALT) e o dano renal pela creatinina. Pode-se observar que após 14 dias a concentração de ouro é maior no tecido adiposo em relação aos demais tecidos avaliados, fato que seria interessante em seu uso no tratamento da obesidade, pois poderia atuar na inflamação presente nesse tecido. Assim, não foi observado aumento estatisticamente significativo da ALT e da creatinina em nenhum dos tempos de administração, sugerindo nenhum dano hepático e renal no grupo experimental em comparação ao grupo controle. Nossos resultados indicam que o PNB por administração intraperitoneal por 14 dias apresenta uma concentração significativa no tecido adiposo, o que pode ser interessante para o tratamento da inflamação presente na obesidade. E como não encontramos dados de citotoxicidade / toxicidade renal e hepática, poderia ser uma opção terapêutica a ser avaliada com mais segurança.

Palavras-chave: Obesidade, nanopartículas de ouro, diclofenaco sódico, lecitina de soja, ALT, creatinina.



INTRODUÇÃO

A nanotecnologia está associada ao desenvolvimento e caracterização de materiais e dispositivos em nanoescala e vem inovando a área médica devido à sua alta especificidade e seletividade, prometendo grandes avanços. Assim, vários dispositivos e nanomateriais estão sendo utilizados na prática clínica para modulação no nível celular no tratamento de doenças ou em métodos de diagnóstico^(1,2).

As nanopartículas de ouro (PNB) são um dos nanomateriais mais amplamente utilizados na biomedicina e são capazes de se ligar a biomoléculas grandes e pequenas, com a penetração das membranas celulares facilitada pela escala nanométrica, podendo ter muitos objetivos em aplicações nessa área^(1,2). Os PNBs estão sendo amplamente utilizados e no diagnóstico e tratamento do câncer e como portadores de drogas⁽³⁾, bem como o ouro coloidal e alguns de seus compostos possuem propriedades terapêuticas reconhecidas, principalmente no tratamento de processos inflamatórios⁽⁴⁾.

Recentemente, estudos em modelos animais demonstraram ação anti-inflamatória com o PNB, sendo observada redução de parâmetros inflamatórios na lesão muscular e danos oxidativos no processo inflamatório ocular induzido pelo lipopolissacarídeo⁽²⁾. Um estudo de Chen e colaboradores⁽⁵⁾ mostrou que camundongos que receberam GNPs apresentaram inibição da expressão de citocinas pró-inflamatórias no tecido adiposo abdominal. Além disso, foi observada perda de gordura retroperitoneal e mesentérica sem alterar o peso corporal e o consumo de energia.

Devido às suas características físicas e químicas, os PNB podem facilitar o transporte e a estabilidade dos medicamentos, bem como melhorar sua solubilidade e liberação em um tecido alvo, melhorando seus efeitos e trazendo inúmeros benefícios a tratamentos médicos já padronizados. Assim, o ouro tem uma afinidade com o grupo sulfidril, também conhecido como grupo tiol, e pode interagir com outros grupos funcionais, como grupos carboxila e carboxilatos, grupos amino, entre outros⁽⁶⁾ numerosas moléculas biologicamente ativas, bem como na química estrutura do diclofenaco sódico, onde existe a presença do grupo amina e do grupo carboxilato, podendo ter fácil associação com esse fármaco anti-inflamatório e possivelmente ter sua ação melhorada^(3,4).

O diclofenaco de sódio é um potente anti-inflamatório. Van e colegas⁽⁷⁾ observaram a redução de prostaglandinas e necrose tumoral alfa (TNF- α) após a administração de 50 mg



de diclofenaco por 9 dias em homens adultos com excesso de peso. Sugerindo que a ação antiinflamatória desse fármaco possa ser uma abordagem terapêutica interessante para o tratamento da obesidade, com o objetivo de reduzir a inflamação presente nesta doença e suas possíveis consequências.

Nesse sentido, para o tratamento da inflamação na obesidade, o PNB e o diclofenaco sódico podem ser direcionados para tecidos com maior grau de inflamação, como tecido adiposo, e, portanto, sugere-se associar a lecitina de soja em suas moléculas, pois possui propriedades lipofílicas e o poder de formar micelas imobilizadas em gordura⁽⁸⁾. Assim, a lecitina de soja pode ser um bom agente de revestimento, permitindo sua distribuição no tecido adiposo, possui em sua estrutura grupos funcionais polares que exibem afinidade com o PNB e uma cadeia apolar que confere lipossolubilidade⁽⁹⁾. Embora os PNB ofereçam muitos benefícios para a indústria e o potencial para uso em diferentes tratamentos de saúde, seu uso deve ser feito com cautela e com facilidade de penetração nas células, há uma alta reatividade devido ao seu pequeno tamanho, exigindo a tomada levando em consideração seu potencial cumulativo e tóxico, e para avaliar sua toxicidade, sugeriu-se avaliar a função hepática e renal, uma vez que estão envolvidas no metabolismo e excreção de medicamentos⁽¹⁰⁾.

O fígado é o principal responsável pelo metabolismo de drogas e toxinas, e sua sobrecarga pode causar reações hepatotóxicas, como colestase, dano hepatocelular, hiperbilirrubinemia isolada e conseqüentemente alta geração de espécies reativas de oxigênio, estresse oxidativo e respostas imunes⁽¹¹⁾. Assim, verificar a segurança no uso de novos fármacos é importante para avaliar a função hepática, e isso pode ser realizado pela dosagem de alanina aminotransferase (ALT)⁽⁵⁾.

Os rins, por sua vez, são órgãos responsáveis pela homeostase corporal, desempenhando um papel importante na desintoxicação e excreção de metabólitos tóxicos como drogas. Assim, antes do uso de uma substância ou medicamento, é necessário avaliar se eles podem causar nefrotoxicidade, que pode incluir alterações glomerulares, toxicidade celular tubular, inflamação, nefropatia por cristal, rabdomiólise e microangiopatia trombótica, sendo a concentração de creatinina um marcador indicado⁽³⁾. Neste estudo, propusemos associar o PNB ao diclofenaco sódico e / ou lecitina de soja e avaliar sua concentração nos tecidos e toxicidade das análises hepáticas e renais em camundongos, a fim de avaliar sua segurança para tratamento subsequente da obesidade.



MATERIAIS E MÉTODOS

Síntese de nanopartículas de ouro

Nanopartículas de ouro com tamanho médio de 18 nm foram sintetizadas como descrito em Turkevich et al⁽¹²⁾ com pequenas modificações⁽¹³⁾ da redução química do ácido tetracloroaurico (HAuCl₄). O citrato de sódio (Na₃C₆H₅O₇·2H₂O) foi empregado como agente redutor e estabilizador. O controle dimensional das nanopartículas foi realizado com uma concentração adequada do agente redutor, conforme estudo anterior⁽¹⁴⁾. Esta solução foi utilizada nos grupos controle e na preparação dos PNB modificados pelo diclofenaco de sódio. Além disso, a associação dos PNB ao diclofenaco sódico foi realizada conforme descrito anteriormente por Paula e colaboradores⁽¹⁵⁾. Resumidamente, centrifugou-se uma solução de GNPs preparados na hora (13.000 rpm por 15 min) e removeu-se o sobrenadante. Os PNB foram lavados com água ultrapura e o procedimento repetido mais duas vezes. Finalmente, as nanopartículas foram dispersas em solução salina contendo diclofenaco de sódio suficiente.

Os PNB também foram preparados via redução direta com lecitina de soja. Resumidamente, 20 ml de solução de HAuCl₄ a 0,50 mM foram aquecidos a 90 ° C e depois foram adicionados 100 mg de lecitina de soja. O meio de reação foi mantido sob refluxo e agitação magnética por 15 min. Em seguida, foi resfriado e filtrado em filtro de Teflon 0,2 µm. A solução foi coletada e centrifugada (13.000 rpm por 15 min), o sobrenadante removido e o PNB - lecitina (LEC) lavado com água ultrapura. Este procedimento foi repetido 3 vezes. Finalmente, o produto foi disperso em solução salina para uso⁽¹⁵⁾.

Caracterização de nanopartículas de ouro

Os PNBs foram caracterizados por espectroscopia visível no UV por meio do monitoramento da banda de ressonância plasmônica de superfície (SPR) usando um espectrofotômetro UV-vis (modelo UV-1800; Shimadzu Corp., Kyoto, Japão). A análise de difração de raios X foi realizada usando um difratômetro Shimadzu LABX modelo XDR-6000 com radiação Cu K α ($\lambda = 1.54056 \pm 30$ kV, 30 mA) com taxa de varredura 2 ° / min de 20 a 80 °. A equação de Scherrer no sinal do difratograma de raios X a $2\theta = 37,77$ ° (intensidade relativa maior) foi empregada para calcular o diâmetro médio das partículas. As amostras foram preparadas a partir de uma solução de PNB centrifugada a 13.000 rpm



por 10 minutos. O sobrenadante foi removido e o material depositado transferido para uma amostra e mantido em um dessecador. Alíquotas foram depositadas até que uma camada suficientemente espessa fosse obtida. A análise por microscopia eletrônica de transmissão (TEM) foi realizada usando um JEOL Titan 80-300 kV. As medições de espalhamento dinâmico de luz (DLS) foram realizadas em um Malvern (Zeta Potential Analyzer, PALS Zeta Brookhaven Instruments, Holtsville, NY, EUA) a 25 ° C. As concentrações de Au nos tecidos foram medidas por Espectrometria de Massa por Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-MS), com a introdução da amostra por nebulizador pneumático.

Sorteio experimental

Foram utilizados camundongos machos suíços (*Mus musculus*) com 40 dias de idade, pesando entre 20-30 g. Os animais foram coletados na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e tiveram livre acesso à água e ração e mantidos em ciclos claro / escuro de 12 horas e temperatura de 23 ± 1 ° C no laboratório da Universidade Sul de Santa Catarina UNISUL. Este projeto de pesquisa foi submetido e aceito pelo Comitê de Ética em Uso Animal da UNISUL (CEUA), sob o protocolo 16.018.4.01.IV. O uso dos animais seguiu os Princípios dos Animais de Laboratório (Princípios do Laboratório nº 80-23, revisados em 1996) (Institute of Laboratory Animal Resources, 1996), bem como a Diretiva Brasileira de Cuidado e Uso de Animais para Uso Científico. e Finalidades Educacionais (DBCA), publicadas em 2013 pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA)⁽¹⁶⁾.

Administração de nanopartículas de ouro

Os animais receberam, uma vez ao dia, solução salina intraperitoneal ou PNB esférico de tamanho médio de 18 nm a uma concentração de 70 mg / L (70 mg / kg) associada ou não ao diclofenaco de sódio e / ou lecitina de soja por 24 horas e 14 dias. Vinte e quatro horas após a última administração, os animais foram anestesiados com cetamina (80 mg / kg) e xilazina (10 mg / kg) por injeção intraperitoneal e punção cardíaca para coleta de sangue. O sangue coletado dos animais foi centrifugado e o soro foi isolado para análise bioquímica. Além disso, os tecidos foram isolados (cérebro, gordura, fígado e rins) e congelados a -20 ° C para quantificação adicional da concentração de PNB nos tecidos. A



escolha das dosagens foi adaptada em estudos anteriores, e 70 $\mu\text{g} / \text{kg} / \text{dia}$ de nanopartículas de ouro foram utilizadas de acordo com estudo de Cardoso e colaboradores⁽¹³⁾, para o diclofenaco de sódio utilizado 5 mg / kg de acordo com Santos e colaboradores⁽¹⁷⁾ e 2g / kg / dia de lecitina de soja, segundo estudo de Calderon e colaboradores⁽¹⁸⁾.

Análise bioquímica

A avaliação do dano hepático foi verificada a partir de dosagens de ALT e dano renal por creatinina. A avaliação da ALT e da creatinina foi determinada pelo método cinético UV em um espectrofotômetro semi-automático Bio-Plus 2000, utilizando os kits comerciais Labtest ALT / GPT Liquiform Vet e Creatinine K Vet, respectivamente, e seguindo as recomendações sugeridas pelo fabricante.

Quantificação de ouro nos tecidos

Os órgãos foram pesados (em papel alumínio - balança de precisão) e transferidos separadamente para as provetas (50 mL) previamente identificadas. Em seguida, 10 mL de HNO₃ (65%) foram adicionados a cada copo e o sistema foi aquecido por cerca de 10 minutos em uma placa quente. Depois, foram adicionados 10 mL de HCl (100%); a solução foi aquecida por mais 15 minutos. Conseqüentemente, a solução mudou de nublado para amarelo claro. Posteriormente, foi adicionada água ultrapura a cada solução e o sistema manteve o aquecimento constante com adição periódica de água ultrapura por 30 minutos. O aquecimento foi interrompido até o sistema esfriar. Foi observada a presença de sobrenadante oleoso e, em seguida, a adição de ácido (10 mL de HNO₃ e 10 mL de HCl) foi repetida com a ativação do aquecimento por 30 minutos.

Quando a digestão foi concluída, o sistema de aquecimento foi desligado. Após o resfriamento, as soluções foram transferidas separadamente para frascos volumétricos de 25 mL previamente identificados. Água ultrapura foi adicionada à solução até atingir 25 mL (0,025 L). Os níveis de ouro foram medidos pelo AAS empregando um espectrômetro de massa de fonte de plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) Perkin Elmer, modelo NexION 300, Shelton, EUA.



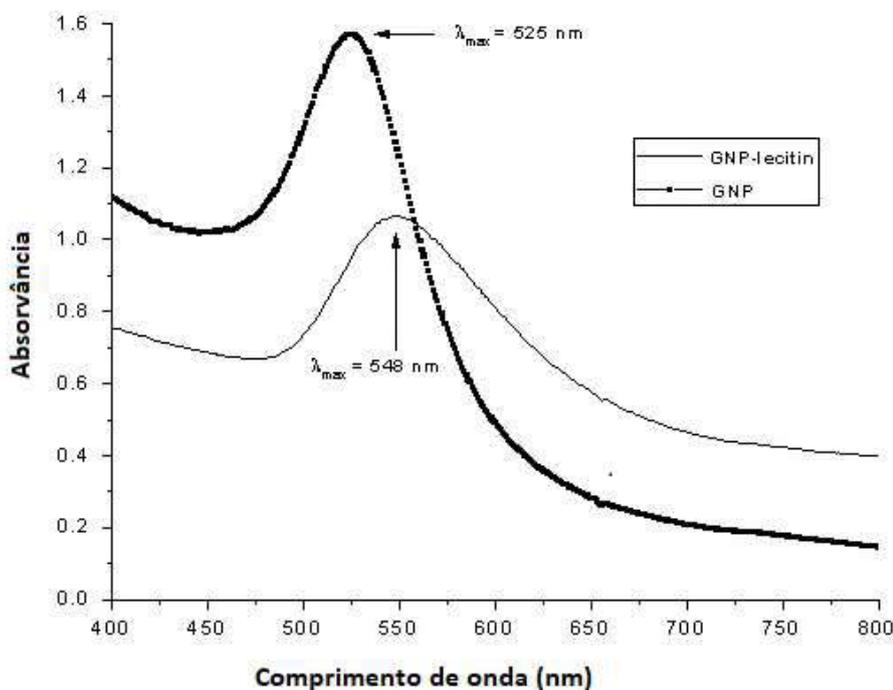
Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o Statistical Package for the Sciences (SPSS). Os dados foram avaliados pelo teste t de Student e os resultados expressos em média \pm desvio padrão. A diferença estatística foi considerada para $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra os espectros de PNB puros e PNB modificados por lecitina de soja. Como esperado, os espectros eletrônicos de PNBs e soluções de PNB modificadas pelo diclofenaco sódico mostraram uma transição eletrônica característica do plasmônio ressonante (banda SPR), também chamada banda de ressonância plasmônica, em 525 nm. Esse espectro é típico de nanopartículas esféricas de ouro, com diâmetro médio de 18 nm⁽¹⁹⁾. Sabe-se que metais nobres nanoparticulados exibem o fenômeno da ressonância plasmônica de superfície, que consiste em uma oscilação da nuvem de elétrons na superfície da nanopartícula metálica causada pela interação da luz com os elétrons nos orbitais d. Além disso, o tamanho da nanopartícula faz com que a banda de elétrons ressonantes mude para comprimentos de onda mais longos. Este efeito pode ser usado para testar a estabilidade de nanopartículas em solução, como demonstrado por Sun et al⁽²⁰⁾. Neste estudo, as soluções de PNB foram sintetizadas e os espectros eletrônicos registrados diariamente, durante duas semanas. Nesse intervalo, nenhuma alteração espectral foi observada, indicando a estabilidade dos PNB. Além disso, a substituição do citrato de sódio pelo diclofenaco de sódio não resultou em alterações substanciais no espectro UV-vis, sugerindo uma interação fraca entre os PNB e os grupos funcionais do diclofenaco de sódio. Isso pode ser visto por uma mudança do pico máximo de absorção em cerca de 5 nm para a região vermelha após a adição de diclofenaco aos PNB. O mesmo se aplica à adição simples de lecitina de soja a uma solução de PNB previamente preparada por redução com citrato de sódio (Figura 1).

Figura 1: Espectros UV-vis de nanopartículas de ouro (PNB) em meio aquoso e modificadas por lecitina de soja



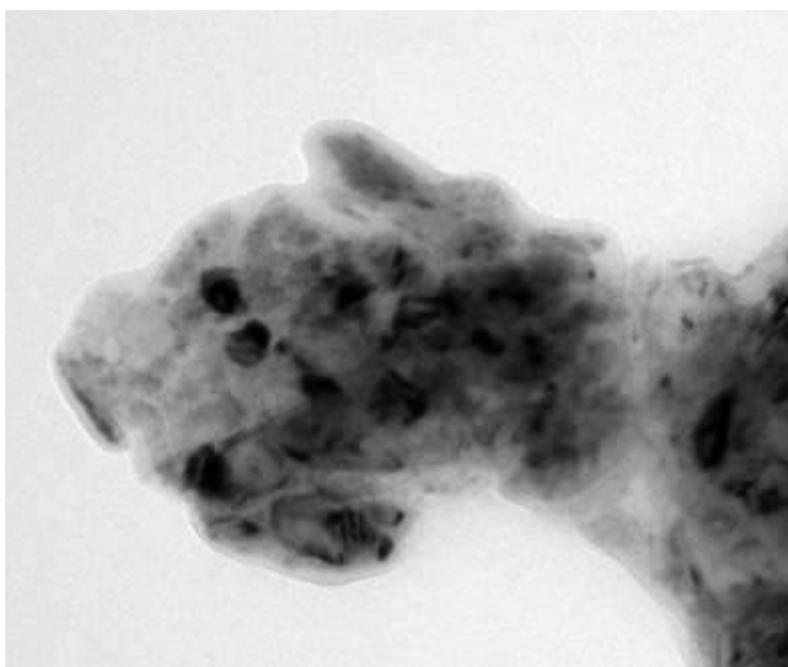
No entanto, para os PNB preparados por redução direta com lecitina de soja, o espectro eletrônico mostra uma banda de SPR com um máximo de 548 nm. É razoável supor que essa mudança seja causada por uma forte interação entre grupos de lecitina de soja e elétrons da banda SPR. Anteriormente, o valor de pico de 540 nm era atribuível à absorção pela ressonância plasmônica de superfície das nanopartículas de ouro estabilizadas por fosfolipídios dispersos (1,2-dioleoil-sn-glicero-3-fosfocololina DOPC). Foram observadas alterações na banda SPR de nanopartículas de ouro revestidas com lipídios. No entanto, neste caso, foram observados dois picos, com um máximo de 470 nm e 530 nm, respectivamente⁽¹⁴⁾.

O espectro de difração de raios-X mostra reflexões e planos cristalográficos correspondentes (entre parênteses) a $2\theta = 37,77^\circ$ (111), $43,97^\circ$ (200); $64,27^\circ$ (220) e $77,33^\circ$ (311) conforme relatado anteriormente¹⁴ (14) e de acordo com os valores descritos no número do cartão JCPDS: 4-0784. A difração de raios X desse padrão de nanopartículas de ouro mostra picos de $2\theta = 37,77^\circ$; $43,97^\circ$; $64,27^\circ$ e $77,33^\circ$, que correspondem aos planos de cristal (1,1,1); (2,0,0); (2,2,0) e (3,1,1), respectivamente. Esses sinais estão de acordo com os valores descritos no número do cartão JCPDS: 4-0784. Aplicando a equação de Scherrer, foi obtido um valor de 18 nm para o diâmetro médio de cristalito dessas nanopartículas. Isso está de acordo com o observado na análise do microscópio de transmissão de elétrons e das medições DLS.



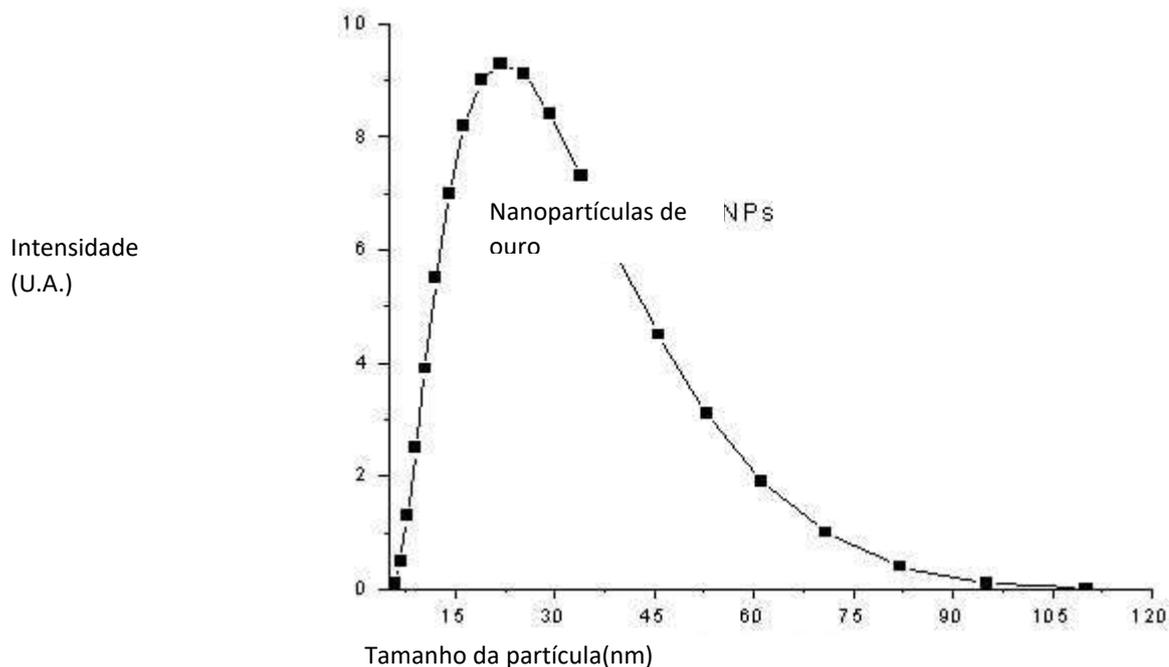
A Figura 2 corresponde a uma micrografia obtida por microscopia eletrônica de transmissão de PNB modificada por lecitina de soja. São observadas nanopartículas de geometria quase esférica e tamanho médio de cerca de 20 nm. Isso está de acordo com o valor obtido para o tamanho de cristalito calculado a partir da equação de Scherrer, utilizando o pico de difração em $2\theta = 37,77^\circ$, bem como para o valor médio encontrado pelas medidas de DLS (Figura 2).

Figura 2: Imagem representativa de uma análise por microscopia eletrônica de transmissão dos PNB modificados por lecitina de soja (300 kV).



A Figura 3 corresponde à curva de distribuição de tamanho das nanopartículas de ouro reduzidas e decoradas com lecitina de soja. Verifica-se que a curva mostra um máximo em 22 nm. A partir do histograma, verifica-se que o método de síntese produz PNB polidispersos, alguns dos quais atingem um diâmetro de até 90 nm. No entanto, a porcentagem de nanopartículas de maior diâmetro é baixa, de modo que, para a avaliação de estudos biológicos, consideraremos um tamanho médio de 20 nm.

Figura 3: Histograma mostrando a distribuição granulométrica dos PNB modificados pela lecitina de soja.



No presente estudo, os animais receberam uma vez ao dia administração intraperitoneal de solução salina ou PNB esférico com tamanho médio de 18 nm a uma concentração de 70 mg / L (70mg / kg) associada ou não ao diclofenaco de sódio e / ou lecitina de soja por 24 horas e 14 dias. Pode-se observar que após 14 dias em que a concentração é maior no tecido adiposo em relação aos demais tecidos avaliados, fato que seria mais interessante em seu uso no tratamento da obesidade, pois poderia atuar na inflamação presente nesse tecido.

A absorção, distribuição, metabolismo, excreção e ação de um medicamento dependem de seu transporte através das membranas celulares. Os mecanismos pelos quais as drogas atravessam as membranas e as propriedades físico-químicas das moléculas e membranas que influenciam essa transferência são essenciais para entender o arranjo das drogas no corpo humano. As características de um medicamento que fornece seu transporte e disponibilidade nos locais de ação são peso molecular e conformação estrutural, grau de ionização, lipossolubilidade relativa de seus compostos ionizados e não ionizados, que se ligam às proteínas séricas e teciduais⁽²¹⁾. Dessa forma, os resultados referentes às 24 horas após a administração de PNB e PNB com diclofenaco sódico não causaram concentrações diferentes nos tecidos estudados, porém, ao administrar PNB com lecitina de soja, observou-se uma maior concentração no fígado, o que implica que o tempo de biotransformação deste complexo é mais prolongado, pois eles precisam passar pelo fígado para serem posteriormente escritos. Em contrapartida, após 14 dias de



administração de PNB com lecitina de soja ou diclofenaco de sódio, houve uma grande diferença de concentração nos tecidos. Levando em consideração que a administração apenas de PNB já mostrou uma alta concentração de gordura, rim e cérebro, demonstra que, quando complexada com diclofenac, essa atração por esses tecidos é potencializada enquanto a biotransformação hepática ocorre mais rapidamente. Enquanto os resultados do PNB com lecitina de soja são observados, confirmam os resultados de 24 horas, pois após 14 dias é observada uma alta concentração no fígado devido à biotransformação.

A associação dos PNB à lectina de soja e / ou diclofenaco de sódio não levou a diferentes concentrações nos estudos de tecidos, diferente do esperado, uma vez que a lecitina de soja é lipossolúvel e porque essa característica pode se acumular em maior quantidade no tecido adiposo. Verificou-se que não houve efeito citotóxico nos parâmetros avaliados, pois os resultados não mostram alterações significativas comparando o grupo controle nos grupos que receberam a administração de PNB associada ou não o diclofenaco de sódio e / ou lecitina de soja por 24 horas e 14 dias em ALT (Figura 4) e creatinina (Figura 5).

Figura 4: Avaliação da ALT após administração de PNB, lecitina, diclofenaco associado ou não por 24 horas (A) e 14 dias (B). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos salinos e os PNB.

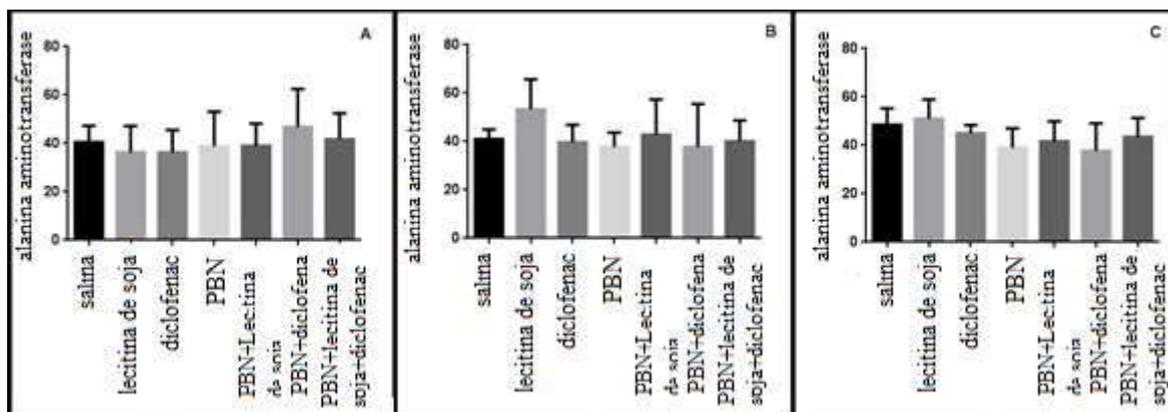
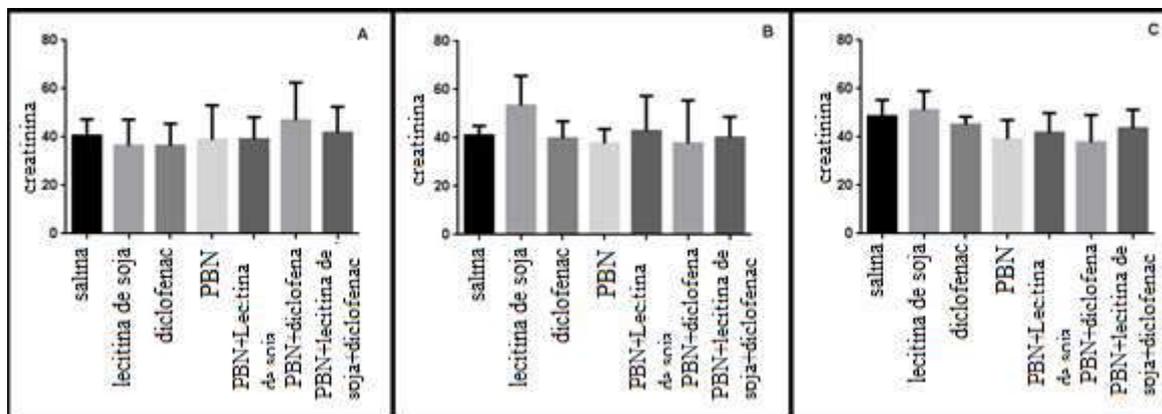




Figura 5: Avaliação da creatinina após administração de PNB, lecitina, diclofenaco associado ou não por 24 horas (A) e 14 dias (B). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos salinos e o PNB.



Assim, não foi observado aumento estatisticamente significativo da ALT e da creatinina em nenhum dos tempos de administração, sugerindo nenhum dano hepático e renal no grupo experimental em comparação ao grupo controle. Esse é um ponto importante, porque esses órgãos são responsáveis pelo metabolismo e excreção de drogas e toxinas que controlam a homeostase corporal, e, portanto, demonstramos segurança no uso de PNB nessa concentração e durante 24h e 14 dias de administração.

Nossos achados corroboram com o estudo de Chen e colaboradores⁽⁵⁾, que mostrou que camundongos que receberam uma dose intraperitoneal de PNB esférico de 21 nm a uma dose de 7,85 $\mu\text{g} / \text{g}$ de peso, foram sacrificados após 1h, 24h e 72h de administração de as nanopartículas apresentaram acúmulo destes nos rins e no fígado, mas não foi observado dano celular, com níveis similares de ALT para os grupos controle e experimental.

Assim, Rambanapasi e colaboradores⁽²²⁾ avaliando a administração de PNB de 14 nm por injeções intravenosas por 7 semanas também encontraram nanopartículas nos tecidos, principalmente fígado e baço, e não encontraram alteração hepática com ALT e bilirrubina, ou dosagem renal de creatinina e uréia, quando comparado aos animais que receberam o PNB nos controles.

Um estudo de Lasagna-Reeves e colaboradores⁽²³⁾, que avaliou o efeito de nanopartículas de ouro e toxicidade em diferentes doses (40, 200, 400 $\mu\text{g} / \text{kg} / \text{dia}$) de PNB 12,5 nm por administração intraperitoneal por 8 dias em camundongos, e encontraram acúmulo nos pulmões, rins, fígado, baço e cérebro, indicando sua absorção pelos tecidos,



mas não foram observados danos fisiológicos nos tecidos, nem mortalidade ou alterações comportamentais nos animais.

Ao contrário desses estudos, Zhang e colaboradores⁽²⁴⁾ concluíram que a administração em camundongos de uma dose única de 4000 µg / kg por via intraperitoneal de NGBs revestidos com PEG em tamanhos de 10 e 60 nm causou um aumento da aspartato aminotransferase (AST) e ALT indicando alterações hepáticas. prejuízo. No entanto, os PNB nos tamanhos de 5 e 30 nm não causaram alteração dessas enzimas.

CONCLUSÃO

Nossos resultados indicam que o PNB por administração intraperitoneal por 14 dias apresenta uma concentração significativa no tecido adiposo, o que pode ser interessante para o tratamento da inflamação presente na obesidade. E como não encontramos dados de citotoxicidade / toxicidade renal e hepática, poderia ser uma opção terapêutica a ser avaliada com mais segurança. No entanto, a variedade de doses, tamanhos e revestimentos dos PNB atualmente, bem como a variedade de maneiras de administrá-los e, portanto, devido a essas variáveis, muitos estudos ainda precisam ser realizados para o uso seguro dessas nanopartículas, uma vez que a toxicidade delas depende em vários fatores.

REFERÊNCIAS

- 1-JAIN P.K., HUANG X., EL-SAYED I.H., EL-SAYED M.A., **Revisão de algumas superfícies interessantes de plasma Propriedades interessantes, propriedades aprimoradas de nanopartículas de metais nobres e suas aplicações em Biosystems**, Plasmonics. 2 (2007) 107-118.
- 2-PEREIRA DV, PETRONILHO F., PEREIRA HRSB, VUOLO F., MINA F., POSSATO JC, VITTO MF, DE SOUZA DR, DA SILVA L., PAULA MMS, DE SOUZA CT, DAL-PIZZOL F., **Efeitos de Nanopartículas de ouro na uveíte induzida por endotoxina em ratos**, Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 53 (2012) 8036.
- 3-GHOSH P., HAN G., DE M., KIM C. K., ROTELLO V.M., **Nanopartículas de ouro em aplicações de entrega**, Adv. Drug Deliv. Rev. 60 (2008) 1307-131.



4-RALPH A.S., PILAR R.G., FENG Z., MARCO Z., WOLFGANG J.P., **Biological Applications of nanoparticles gold**, Chem. Soc. Rev. 37 (2008) 1909-1930.

5-CHEN H., DORRIGAN A., SAAD S., HARE D.J., COM M.B., VALENZUELA S.M., **Estudo in vivo de nanopartículas esféricas de ouro: efeitos inflamatórios e distribuição em camundongos**, PLoS One. 8 (2013) 2.

6-LEVY R., THANH NT., DOTY R. C., HUSSAIN I., NICHOLS R. J., SCHIFFRIN D. J., BRUST M., FERNIG D. G., **Design racional e combinatório de ligantes de captação de peptídeos para nanopartículas de ouro**, J. Am. Chem. Soc. 126 (2004) 10076-10084.

7-VAN ERK MJ, WOPEREIS S., RUBINGH C., VAN VLIET T., VERHEIJ E., CNUBBEN NHP, PEDERSEN TL, NEWMAN JW, SMILDE AK, VAN DER GREEF J., HENDRIKS HF, VAN OMMEN B., **Insight na modulação da inflamação em resposta à intervenção com diclofenaco: um estudo de intervenção em humanos**. BMC Med. Genômica. 3 (2010) 5.

8-PAVANELLI P.A., **Aditivos de panificação: conceitos e funcionalidade**, Artigo Técnico. Assoc. Bras. da Ind. Aditivos e melhoradores para alimentos e bebidas. (2000) 1-6.

9-FELTESS MMC, VILLENEUVE P., BARÉA B., BAROUH N., OLIVEIRA JV, OLIVEIRA D., NINOW JL, **Produção enzimática de monoacilgliceróis (MAG) e diacilgliceróis (DAG) a partir de óleo de peixe em um sistema livre de solventes**, J American Oil Chem. Soc. 13 (2012).

10-BYSTRZEJEWSKA-PIOTROWSKA G., GOLIMOWSKI J., URBAN P.L., **Nanopartículas: Sua potencial toxicidade, gestão de resíduos e meio ambiente**, Gestão de Resíduos. 29 (2009) 2587-2595.

11-VICTOR EG, SILVEIRA PCL, POSSATO JC, DA ROSA GL, MUNARI UB, DE SOUZA CT, PINHO RA, DA SILVA L., STRECK EL., PAULA MM, **Ultrassom pulsado associado ao gel de nanopartículas de ouro reduz parâmetros e expressão do estresse oxidativo de moléculas pró-inflamatórias em um modelo animal de lesão muscular**, J. Nanobiotechnology. 10 (2012) 11.



- 12- TURKEVICH J., STEVENSON P.C., HILLIER J., **Um estudo dos processos de nucleação e crescimento na síntese de ouro coloidal**, Discuss. Faraday Soc. 11 (1951) 55-75.
- 13-CARDOSO E., REZIN GT, ZANONI ET, DE SOUZA NF, LEFFA DD, DAMIANI AP, DAUMANN F., RODRIGUEZ JC, BENAVIDES R., DA SILVA L., ANDRADE VM, PAULA MMS, **Administração aguda e crônica de ouro nanopartículas causam danos ao DNA no córtex cerebral de ratos adultos**, Mutat Res. 766 (2013) 25-30.
- 14-FERREIRA GK, CARDOSO E., VUOLO FS, GALANT LS, MICHELS M., GONÇALVES CL, REZIN GT, DAL-PIZZOL F., BENAVIDES R., ALONSO-NÚÑEZ G., ANDRADE VM, STRECK EL, PAULA MMS, **Efeito da administração aguda e de longo prazo de nanopartículas de ouro em parâmetros bioquímicos no cérebro de ratos** (2017).
- 15-PAULA MMS, PETRONILHO FC, VUOLO F., FERREIRA GK, COSTA L., SANTOS GP, EFFTING PS, DAL-PIZZOL F., DAL-BO AG, FRIZON TE, SILVEIRA PCL, PINHO RA, PINHO RA, **nanopartículas de ouro e / ou A N-acetilcisteína medeia a inflamação induzida por carragenina e o estresse oxidativo de maneira dependente da concentração**, J. Biom. Esteira. Res. Parte A. 103 (2015) 3323-3330.
- 16-CONCEA. **Diretriz brasileira para o cuidado e uso de animais para fins científicos e educacionais**. <http://www.cobea.org/download/download?ID_DOWNLOAD=58> . Acesso em 02/08/2017.
- 17-SANTOS L.H., FERES C.A.O., MELO F.H., COELHO M.M., NOTHENBERG M.S., OGA S., TAGLIATI C.A., **Atividade anti-inflamatória, antinociceptiva e ulcerogênica de um complexo de zinco-diclofenaco em ratos**, Brazilian J. Med. Biol. Res. 37 (2004) 1205–1213.
- 18-CALDERON H.L., CARVALHO A.J.P., OLIVEIRA I.C.R., SOARES E.A., LOYOLA Y.C.S., SANTOS L. **Fazenda Ciências**. Basica e Apl. 32 (2011) 389–393.
- 19- TODERAS F., IOSIN M., ASTILEAN S., **Propriedades de luminescência de nanorods de ouro**, Nucl. Instrum. Métodos Phys. Res. B, 267 (2009) 400-402.
- 20-SUN Y., GATES B., MAYERS B., XIA Y., **Nanofios de Prata Cristalina por Soft Solution Processing**, Nano Lett. 2 (2002) 165-168.



21-DE RANDA H.D., LAURENCE L.B., **Manual de Farmacologia e Terapêutica de Goodman & Gilman**, Mc Graw Hill. 2 ed, 2015.

22-RAMBANAPASI C., ZEEVAART J.R., BUNTTING H., BESTER C., KOTZE D., HAYESHI R., GROBLER A., **Bioacumulação e toxicidade subcrônica de nanopartículas de ouro de 14 nm em ratos, moléculas**. 10 (2016) E763.

23-LASANHA-REEVES C., GONZALEZ-ROMERO D., BARRIA MA, OLMEDO I., CLOS A., SADAGOPA RAMANUJAM AM, URAYAMA A., VERGARA L., KOGAN MJ, SOTO C., **Bioacumulação e toxicidade de nanopartículas de ouro após administração repetida em ratos**. Biochem. Biophys. Res. Comm. 393 (2010) 649-655.

24-ZHANG X.D., WU D., SHEN X., LIU P.X., YANG N., ZHAO B., **Toxicidade in vivo dependente do tamanho de nanopartículas de ouro revestidas com PEG**, Int. J. Nanomedicine, 6 (2011) 2017-208.



REUTILIZAÇÃO DE MATERIAS POLÍMEROS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Diana Giraldi, Janaina Lisi Leite Howarth

*Unisociesc- diana_giraaldi@outlook.com – Rua João Peixer, 68 – Jarivatba – CEP:89.230.515
– Joinville/SC*

RESUMO: Rejeitos formados a partir de materiais polímeros como termoplásticos, termofixos e elastômeros são desafios para sua reutilização e reaproveitamento. Em contraponto a este desafio, o setor de construção civil com seus diferentes ângulos busca reutilizá-los, focando na sustentabilidade e gerando recursos que agregam as construções com inovação e mantendo sua capacidade construtiva. Deste modo, neste artigo iremos apresentar modelos de reutilização de polímeros na Construção Civil visando o avanço econômico, social e ecológico correto.

Palavras chave: Reutilização. Construção Civil. Sustentabilidade.

ABSTRACT: Rejects made from polymers materials as thermoplastics, thermosets, elastomers are a challenge for reuse. In the another corner for this challenge, the civil construction sector is actually trying to reuse these type of materials, focusing in the sustentability and generating resources that can add with innovation and keeping it's construct capacity. As it suggests, this article will present diferent models of polymers reuse in the civil construction, seeking for economic, social and ecological development in the right way.

Key Words: Reuse. Civil Construction. Sustentability.

INTRODUÇÃO

A construção civil tem grande representatividade na econômica brasileira, o PIB (Produto Interno Bruto) de 2017 corresponde a R\$ 5,7 trilhões, destes a construção civil responde por 6,2%. A área da construção de edifícios apresenta o maior potencial propulsor do setor na economia, ela possui um valor agregado de R\$ 74 bilhões, seguida pelas obras de infraestrutura com R\$ 65,5 bilhões, e serviços especializados com R\$ 39,4 bilhões. Em termos de estabelecimento no Brasil, a construção civil apresenta 176 mil empresas, o que representa 34% do total da indústria (7).



A cadeia da construção civil passou por um momento de expansão, principalmente até o ano de 2012, este resultado foi influenciado pelo financiamento com taxas de juros atrativas, e que assim impulsionaram o mercado imobiliários e programas como Minha Casa, Minha Vida (2).

Atualmente no ramo de construção civil devido aos sucessivos anos de crise e em meio as incertezas do atual cenário, mudanças importantes e significativas estão ocorrendo no mercado na construção. Na cadeia de construção, práticas sustentáveis podem ser adotadas em diferentes fases, como na criação de um projeto sustentável, na utilização de materiais ecológicos ou na gestão dos resíduos ao final das obras. O impacto positivo da sustentabilidade no setor é alto e vem contribuindo significativamente para amenizar os danos ambientais e reduzir custos (2).

Deste modo, a reciclagem de resíduos pela indústria da construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade, seja atenuando o impacto ambiental gerado pelo setor ou reduzindo os custos. O processo de P&D (Processo de Desenvolvimento e Pesquisa) de novos materiais reciclados precisa ser feito de forma cautelosa e criteriosa para garantir o sucesso destes produtos no mercado (1).

REUTILIZAÇÃO DE MATERIAIS POLÍMEROS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O presente artigo apresenta a revisão sobre os métodos de reutilização de materiais polímeros no ramo da construção civil, sendo que os materiais explorados são polímeros termoplásticos, termofixos e elastômeros, tratando-se de materiais amplamente produzidos pela sociedade.

MATERIAIS POLÍMEROS

A palavra polímero tem origem do grego poli (muitos) e mero (unidade de repetição), sendo uma macromolécula composta por milhares de unidades de repetição denominadas meros, ligados por ligação covalente. A matéria-prima para a sua produção é o monômero, isto é, uma molécula a com uma unidade de repetição (3).

CLASSIFICAÇÃO DE MATERIAS POLÍMEROS

Os polímeros objeto deste estudo se classificam como:

- a) Características de fusibilidade (termoplástico, termofixo);
- b) Comportamento mecânico (plásticos, elastômeros e fibras).



Quando o polímero é formado a partir de um único tipo de monômero, é denominado Homopolímero. Quando é formado a partir de dois ou mais monômeros, é denominado Copolímero (5)

a) Termoplásticos: Materiais em que seu aquecimento provoca o enfraquecimento das forças intermoleculares, tornando-as flexíveis. Quando este material é resfriado adquire robustez novamente, visto que este ciclo pode ser repetido indefinidamente, sendo umas das principais vantagens deste material. Exemplos de materiais: polietileno de alta e baixa densidade (PEAD e PEBD), cloreto de polivinila (PVC), poliestireno (PS), poliamida (NÁILON), polipropileno (PP), entre outros (4);

b) Termofixos: Tipo de polímero que não pode ser amolecido e moldado novamente, quando aquecidos esse material queima e se degradam. Exemplos de materiais: formaldeídos, resinas epóxicas e alguns poliésteres (4);

c) Elastômeros: Possuem propriedades elásticas que permitem duplicas ou triplicar seu comprimento, recuperando o seu tamanho quando se interrompe a tensão. Exemplo de material: pneus (4).

AVALIAÇÃO DE MATERIAL COM RESÍDUOS POLIMÉRICOS NA REDUÇÃO DO RUÍDO DE IMPACTO EM PISOS

Este método apresenta a avaliação de materiais desenvolvidos com o uso de resíduos de poliuretano (PU) e etileno acetado de vinila (EVA), para a redução do impacto de ruídos em pisos. Para apresentar os resultados foram realizados o desenvolvimento de formulações química, a confecção de amostras e a avaliação em laboratório do desempenho acústico (6).

De acordo com a NBR 12179 – Tratamento Acústico em Recintos Fechados, isolamento acústico é o processo pelo qual procura-se evitar a entrada ou saída de ruídos ou sons, de determinado local (6).

O ruído pode se propagar através do ar, chamados ruídos aéreos, ou através da própria estrutura, que são chamados ruídos de impacto. Sons gerados a partir da pisada ou queda de objetos pode gerar grande desconforto, visto que, são claramente ouvidos pelo vizinho de baixo. Isso ocorre porque trata-se de uma eficiente excitação por contato, em que a laje se torna um irradiador de energia sonora em ampla faixa de frequências, devido ao movimento vibratório induzido pela excitação localizada (6).



CONFEÇÃO DAS AMOSTRAS

Para este estudo foram confeccionados dois tipos de amostras sendo elas: amostras de resíduos de etileno acetado de vinila (EVA), e amostras de resíduos de poliuretano (PU), sendo confeccionadas a partir de resíduos de calçados.

As amostras foram confeccionadas com dimensões 165mm por 140mm, com espessura de 3mm e presadas durante 10 minutos com a temperatura da prensa de 160°C e aplicada a uma força de 8000 Kgf (6).

Durante o processo de prensa são realizadas a liberação dos gases, e posterior a isso as amostras são reservadas para o processo de esfriamento de 15 minutos com peso de 12 kg. Assim, conforme é possível observar na Figura 1, a placa de EVA com dimensão final de 18cm por 20 cm, e densidade final de 34kg/m³ (6).

Figura 1 – Placa de EVA.



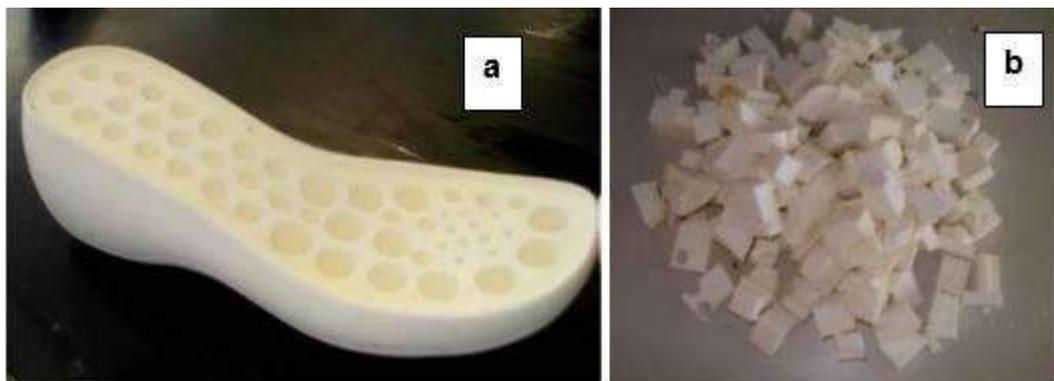
Fonte: Nunes et al. 2010.

Para a confecção das amostras de poliuretano foram utilizados solados de sapato conforme Figura 2a, estes resíduos foram triturados em um equipamento chamado serra fita que gerou peças de aproximadamente 9 cm³ conforme Figura 2b (6).



As peças geradas foram submetidas a trituração novamente em um equipamento chamado moinho de facas de bancada, sendo triturado com uma peneira de granulometria de 359 microns (6).

Figura 2 – Resíduo de PU (a); (b) resíduo triturado com densidade de 9 cm³.



Fonte: Nunes et al. 2010.

O processo de cura da amostra é realizado dentro de uma capela por sistema de exaustão em um período de 24 horas. Após a cura da amostra, a mesma é cortada nas dimensões de 16 cm por 13 cm, conforme Figura 3b (6).

Figura 3 – Amostra de poliuretano (a); Placa de poliuretano com dimensões de 16 cm por 13 cm (b).



Fonte: Nunes et al. 2010.

ENSAIOS DE ACÚSTICA

Os ensaios para avaliação do isolamento quanto ao ruído a partir das amostras confeccionadas, foi realizado seguindo as recomendações das normas ISO 140 (1998) e ISO 717 (1996), para o cálculo do número único (6).



A avaliação do isolamento ao ruído foi realizada em um par de câmaras acústicas adjacentes verticalmente conforme Figura 4, separas por um piso padrão de concreto armado com espessura de 120 mm.

Sobre este piso foram instaladas as amostras dos materiais a serem analisados, cobrindo uma área de 1,0 m por 1,0 metro, e sobre estas colocou-se contrapiso de concreto de 25 mm de espessura e área de 1,0 m², e acima deste posicionada a máquina de impacto, que atuou sobre o conjunto contrapiso – amostra – piso padrão (6).

O nível de pressão sonora devido ao ruído de impacto fora medido na faixa de frequência entre 100 e 5000 Hz, na sala de recepção, sendo esta inferior a sala do ensaio, quando o conjunto contrapiso – amostra de EVA – piso padrão avaliado fora submetido a máquina de impactos normalizada na sala de ensaio (6).

Figura 4 – Ensaio de isolamento ao ruído de impacto.



Fonte: Nunes et al. 2010.

ANÁLISE DOS MATERIAS UTILIZADOS

O estudo realizado compara o desempenho acústico de materiais existentes, e outros produzidos em laboratório utilizando resíduos de EVA e PU provenientes da indústria calçadista (6) .

As amostras de EVA e PU foram confeccionadas de forma manual, e desta forma, não há como manter a isonomia na produção das amostras, por isso, foram produzidas diversas placas, de ambos os materiais. As placas utilizadas para os ensaios foram selecionadas conforme sua densidade, sendo que, procurou-se manter a média entre as mesmas, que fora de 34 kg/m³ no EVA e de 54 kg/m³ no PU (6).



O desenvolvimento do ensaio restringiu-se à medição do desempenho de isolamento acústico de ruído de impactos em quatro materiais, sendo que, todos os materiais ensaiados apresentavam dimensões de 1,0m por 1,0m (6).

RESULTADOS OBTIDOS

As amostras com os materiais de EVA virgem, EVA resíduo e PU resíduo apresentaram a redução do impacto no nível de pressão sonora nas faixas de 160 Hz, 200 Hz e acima da faixa de 400 Hz. Nas faixas de frequência entre 400 Hz e 3150 Hz houve uma redução superior a 10 decibéis (Db) com as amostras dos materiais de EVA virgem e EVA resíduo. Entre 630 Hz e 5.000 Hz a amostra com PU resíduo apresentou redução superior a 10 decibéis (Db), em relação ao nível de pressão sonora de impacto do contrapiso (6).

A amostra de EVA de alta densidade não apresentou resultados superiores aos observados com amostras que continham resíduos, sendo que não ultrapassou 5 decibéis (Db) na faixa de 400 Hz e 1.000 Hz. Ressalta-se que as propriedades físicas da amostra do EVA de alta densidade é de apenas 1 mm de espessura e densidade de 2.500 kg/m^3 , sendo que a densidade do concreto do contrapiso e da laje padrão é de 2.000 kg/m^3 aproximadamente, assim o sistema contrapiso – amostra – piso padrão atua como um sistema acoplado do ponto de vista de um sistema mecânico, apresentando alta rigidez e baixo amortecimento do elemento nesta amostra

AVALIAÇÃO DE POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS RECICLÁVEIS COMO MATERIAIS COMPONENTES DE TELHAS E TIJOLOS

Entendendo a necessidade da substituição dos materiais convencionais no ramo da construção civil, este artigo apresenta a avaliação dos polímeros termoplásticos recicláveis como matéria prima para a produção de telha e tijolos.

A metodologia deste trabalho apresenta a fusão dos polímeros polietileno de alta densidade (PEAD) e polipropileno (PP) e ensaios de compressão segundo NBR 9628 – Plásticos – Determinação das características em compressão. Sendo que, a escolha do material foi de acordo com o projeto final de autoria de Santos (2005) e a partir de uma análise econômica dos referidos materiais (4).

Os polímeros da classe dos termoplásticos são mais propensos ao uso no ramo da engenharia, pois podem ser utilizados em diversas aplicações, como engrenagens, peças estruturais e peças pré-moldadas para fundações superficiais, permitindo assim a substituição dos materiais clássicos (4).



CONFECÇÃO DAS AMOSTRAS

O processo de modelagem dos corpos de prova se realizou de forma artesanal, sendo que, inicialmente ocorria o aquecimento do material termoplástico em uma mufla (estufa para altas temperaturas), e a temperatura aplicada varia de acordo com a necessidade de cada plástico, ocorrendo o amolecimento do PEAD e o PP a uma temperatura de aproximadamente 120 °C e 50 °C (4).

Os moldes dos corpos de prova forma confeccionados em um torno, com moldes desmontáveis de dimensão de 4,5 cm de largura e 9,0 cm de altura, conforme preconiza a norma NBR-5738, que estabelece que a altura seja duas vezes maior que a largura da peça, conforme ilustrado na Figura 5 abaixo (4):

Figura 5 – Moldes de corpo de prova.



Fonte: Moraes et al. 2010 .

O processo de fabricação do primeiro corpo de prova do material PEAD, iniciou-se com a colocação do material na mufla para seu aquecimento e amolecimento a aproximadamente 120 °C, e durante este processo foram realizadas compactações no material, a fim de uniformizar a amostra e preencher o molde até seu preenchimento total. Após a finalização do processo na estufa, retirou-se o material para o resfriamento natural, possibilitando assim a retirada do corpo de prova. Este preparo durou aproximadamente quatro horas, e além da demora no processo verificou-se a ocorrência de trincas e perfurações no interior do corpo de prova, devido as retrações pelo resfriamento natural (4).

Nos demais corpos de prova mudou-se o método de preparo, sendo que as compactações foram realizadas de 20 a 30 minutos, e as camadas eram preenchidas com material plástico até a totalidade do molde. Após o completo preenchimento, o molde foi



retirado da estufa e submetido a choque térmico com água fria, para propiciar a desmontagem do molde e retirada do mesmo do corpo de prova (4).

A confecção dos blocos se deu a partir de cinco tratamentos com doze repetições, sendo: 100% PEAD, 100% PP, 50% PEAD e 50% PP, 75% PEAD e 25% PP, 25% PEAD e 75% PP (4). Para retirar as imperfeições presentes nos corpos de prova devido à retração térmica, os mesmos foram colocados em um torno mecânico a fim também de obter as dimensões exigidas pela NBR-5738. Após a finalização do processo de confecção dos corpos de prova (Figura 6), foi realizada uma seleção excluindo os corpos que apresentavam danos a superfície e aqueles com perfurações em seu interior, sendo excluídos os blocos com composição de 25% PP e 75% PEAD, pois os mesmos apresentavam imperfeições em sua superfície, impossibilitando a correta realização do teste de compressão (4).

Figura 6 – Corpos de prova finalizados.



Fonte: Moraes et al. 2010.

Devido a metodologia de resfriamento com choque térmico e a retirada do material com choque físico, ocorreram danos a estrutura mecânica e assim consequente penetração de água em alguns poros do corpo de prova. Os defeitos técnicos da regulação da mufla (estufa) gerou o atraso na confecção do material, e impediu de realizar corpos de prova em forma de telhas e tijolos para a análise de testes mecânicos dos polímeros termoplásticos (4).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios de compressão foram realizados conforme Norma NBR-9628, sendo que foram realizados corpos de prova com três composições (100% PEAD, 100% PP, 50% PEAD e 50% PP), conforme ilustrado na Figura 7, com quatro repetições de ensaios (4):



Figura 7 – Ensaio de compressão nos corpos de prova.



Fonte: Moraes et al. 2010.

O ensaio foi realizado com a carga de compressão por unidade de área inicial da seção transversal dos corpos de prova, sendo esta seção padrão de 962,11 mm², considerando a relação de tensão versus tempo (4).

Para os corpos de prova com composição 100% PEAD a idade média foi de 227 dias, com força de ruptura mais baixa encontrada após os ensaios de 1056 Kgf e consequentemente a tensão de ruptura deste corpo de prova 10,8 Mpa, e a maior força de ruptura dessa composição sendo 1658 Kgf e tensão de ruptura de 16,9 Mpa (4).

Posteriormente para os corpos de prova com composição 100% PP a idade média foi de 217 dias, com força de ruptura mais baixa encontrada após os ensaios de 531 Kgf e consequentemente a tensão de ruptura deste corpo de prova 5,4 Mpa, e a maior força de ruptura desta composição sendo 948 Kgf e tensão de ruptura de 9,6 Mpa (4).

Para o corpo de prova com a composição de 50%PEAD e 50%PP com idade 201 dias a força de ruptura foi de 977 Kgf e tensão de ruptura de 9,10 Mpa sendo o maior valor de força de ruptura desta composição. No entanto, o corpo de prova com idade de 198 dias apresentou valores muito próximos, sendo a força de ruptura de 925 Kgf e tensão de ruptura 9,4 Mpa (4).

Assim conclui-se que os resultados para o polímero PEAD são significativamente maiores do que para o polímero PP, sendo que a média de força de ruptura e tensão de ruptura do polímero PEAD apresenta valores médios de 1422 Kgf e 14,5 MPa, enquanto para o polímero PP os valores médios destes indicativos apresentam 729,75 Kgf e 9,6 Mpa (4).



Os resultados encontrados ilustram que os materiais polímeros apresentam uma resistência à compressão superior, como por exemplo o PEAD com resistência de 14,50 Mpa, se comparado com os materiais tradicionais da construção civil, como o tijolo com resistência de 2,40 Mpa. (4).

A partir dos resultados apresentados através deste método, conclui-se que o polímero PEAD apresenta resistência superior se comparado com o polímero PP, e também que ambos os polímeros apresentam resistência a compressão maior que o tijolo, se tornando uma alternativa para a substituição dos mesmos por materiais polímeros (4).

Cabe ressaltar que os corpos de prova foram confeccionados de forma manual, e para melhores resultados devem ser trabalhados em ambientes com temperaturas controladas e para produção em alta escala deve ser usada o método de extrusão, a fim de obter corpos de prova sem perder suas características (4).

Os autores finalizam ressaltando que o mais importante a observar com a realização deste método, além do menor gasto em mão de obra, a questão ambiental de reciclagem, diminuição de aterros, menor poluição e a menor retirada de matéria prima do meio ambiente (4).

CONCLUSÃO

É possível observar através deste artigo a importância da reutilização de materiais polímeros no ramo da construção civil, considerando que atualmente ocorre a demanda por produtos e serviços inovadores que não degradem o meio ambiente, deste modo a reutilização de materiais que eventualmente iriam para o lixo gera economia e renda para variadas empresas.

A construção civil utiliza inúmeros produtos e conseqüentemente se adapta a novas tecnologias em prol da reciclagem e modernidade dos produtos aplicados, desta forma, investir em polímeros para utilização na construção civil é uma opção a ser considerada e estudada, visando a diminuição de resíduos no meio ambiente e depósito de materiais em lixões e aterros. A reciclagem de produtos pode resultar em um novo mercado para a construção, com conseqüentes investimentos a fim de se aplicar nas obras produtos inovadores e que não degradem o meio ambiente, tornando assim um diferencial para empresas de construção, que apresentam em seu portfólio produtos reciclados em suas obras.



As obras como um todo produzem muitos resíduos, sendo que os mesmos não são reutilizados ou destinados de forma correta. Assim um estudo para reutilização desses resíduos e uma aplicação conjunta com polímeros, pode ser um caminho para se buscar maior reciclagem de resíduos da construção civil.

Por fim, como apresentado nesse artigo a reutilização e aplicação de polímeros na construção civil é possível, podendo ser utilizado do telhado ao piso, e ainda inserir novos materiais nas obras que podem se tornar mais leves e resistentes, e que não demandem tanto investimento por parte das empresas. Desta forma, a reutilização e a construção podem andar juntas, com o objetivo de ajudar o meio ambiente e investir em inovação na construção.

REFERÊNCIAS

Artigo de periódico:

ÂNGULO, Sérgio Cirelli; ZORDAN, Sérgio Edurado; JOHN, Vanderley Moacyr. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. 2001. 13 f. Curso de Engenharia Civil, Departamento Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Org.). CENÁRIOS PROSPECTIVOS: O setor de construção no Brasil, de 2016 a 2018. [S.l.]: Sebrae, 2016. 30 p. Disponível em:<[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/06c6fd6c070c9fc2128072f868de06cb/\\$File/7531.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/06c6fd6c070c9fc2128072f868de06cb/$File/7531.pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2019.

Artigo apresentado em evento:

HIPOLITO, Israel da Silva; HIPOLITO, Rafael da Silva; LOPES, Gean de Almeida. Polímeros na Construção Civil. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 10., 2013, Resende: SEGeT, 2013. p. 01 - 16.

MORAES, Sandra Regina Pires de et al. Avaliação de polímeros termoplásticos recicláveis como materiais componentes de telhas e tijolos. In: ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, 11., 2010, Goiânia. Centro Científico Conhecer. Goiânia: Centro Científico Conhecer, 2010. v. 6, p. 1 - 14.

NUNES, Maria Fernanda de O. et al. Avaliação de material com resíduos poliméricos na redução do ruído de impacto em pisos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2010, Canela. ENTAC 2010. Canela: ENTAC, 2010. p. 1 - 10.

MORASSI, Odair José. Polímeros termoplásticos, termofixos e elastômeros. In: CONSELHO REGIONAL



DE QUÍMICA IV REGIÃO (SP), 4., 2013, São Paulo. Minicursos 2013. São Paulo: SINQUISP, 2013. p. 1 - 158. Conteúdo da web:

FIBRA. Construção civil representa 6,2% do PIB Brasil. 2017. Disponível em:<<https://www.sistemafibra.org.br/fibra/sala-de-imprensa/noticias/1315-construcao-civil-representa-6-2-do-pib-brasil>>. Acesso em: 12 jan. 2019.



UTILIZAÇÃO DO NIÓBIO E NIQUEL NO AÇO 1020, VISANDO AUMENTAR A RESISTÊNCIA MECÂNICA

Luiz Ricardo Wensing de Espíndola^{1*}, Rosineide Junkes Lussoli²

luizricardoespindola@hotmail.com, rosineide.lussoli@unisociesc.com.br

INTRODUÇÃO

Segundo Chiaverini (2002), os aços de alta resistência e baixo teor em liga (ARBL) ou HSLA (High Strength Low Alloy), podem ser classificados em categorias que compreende a estrutura formada ou o tipo de tratamento térmico o qual foi submetido. Dentre essas categorias estão os aços microligados. A composição química desses aços é alterada pela adição de elementos de liga para que sejam alcançados elevados valores em suas propriedades mecânicas. Uma dessas propriedades é limite de escoamento que pode assumir valores de 300 a 900 MPa (NEVES; REGONE; BUTTON, 2002; PERINI, 2008).

O desenvolvimento dos aços microligados, de acordo com Diniz (2005), se baseia em: (i) refinamento de grão para aumento de resistência e tenacidade; (ii) melhoria da tenacidade e soldabilidade de aços baixo carbono e (iii) endurecimento por precipitação.

Tal desenvolvimento, visando alcançar propriedades específicas de alta resistência aliada a tenacidade é oriundo da combinação de uma microestrutura com grãos refinados, alta densidade de discordâncias e endurecimento por precipitação de carbonetos, nitretos e carbonitretos finamente dispersos em toda matriz (ITMAN FILHO et al., 2015).

Todas essas particularidades nas propriedades (elevados níveis de resistência mecânica com alta tenacidade) dos aços ARBL, conferem uma produção mundial de aproximadamente 12% (KEY METALS, 2011, apud SILVA, 2014 e PERINI, 2008). Segundo Versuto (2010), a produção desses aços tem se destacado no setor de autopeças, onde suas aplicações compreendem as mais variadas peças e estruturas, como: longarinas, travessas, rodas, barras de direção, portas, entre outras. Além disso, Tither (1992) constatou que os aços microligados podem ser aplicados estruturalmente na construção civil, torres de eletricidade, dutos, entre outros.

Em todas essas aplicações, a microestrutura é a responsável pelas propriedades mecânicas dos aços microligados, e essa depende: (i) da quantidade de elemento



solubilizado, (ii) da formação e distribuição dos precipitados na matriz e (iii) do tamanho de grão final (SCHIAVO, 2010; NEVES; REGONE; BUTTON, 2002).

Os elementos comumente empregados na fabricação desses aços são: titânio, nióbio ou vanádio, que se combinam com carbono e/ou nitrogênio para formar carbonetos e nitretos ou os carbonitretos (LAGE, ARAÚJO, 2010; OLEA, 2002).

O elemento de liga nióbio apresenta como principal função o refino de grão, por meio da estabilidade do carboneto de nióbio formado durante a solidificação. O níquel confere nos aços ARBL uma aumento na resistência à corrosão atmosférica (METALS HANDBOOK, 1990).

Os aços microligados podem ser submetidos aos tratamento térmico de austempera, visando a obtenção da mudança microestrutural para bainita. Para Chiaverini (2002), tal microestrutura apresentam algumas vantagens como: melhoria na ductilidade, tenacidade, resistência mecânica e limite de escoamento. Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento dos elementos de liga nióbio e níquel num aço inicialmente 1020 submetido ao tratamento térmico de austempera.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para viabilizar este trabalho, as etapas foram divididas em: (i) fundição, (ii) usinagem dos corpos de prova, (iii) tratamento térmico de austempera, (iv) ensaios mecânicos e (v) caracterização metalográfica. Todas essas, forma realizadas na Unisociesc, com exceção do tratamento térmico que foi realizado na Tupytec

2.1 FUSÃO

A fusão do aço 1020 ocorreu no forno a indução, por meio de sucata de aço 1020, o qual possui composição química determinada pela norma ASTM (American Society For Testing and Materials) - A 1008 (2013) com grau HSLAS Grade 310, descrita na Tabela 1.

Tabela 1: Composição química do aço HSLA Grade 310

C	Mn	Si	P	Ni	Cr	Mo	Va	Cb	Ti
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
0,22	1,65	-	0,040	0,20	0,15	0,06	0,005	0,005	0,005

FONTE: Adaptado de ArcelorMittal (2015, p.65)

O metal ao atingir a temperatura de 1650°C, retirou-se amostra para análise química e estando dentro da composição desejada efetuou-se o vazamento das amostras no moldes cura frio, formato de bloco tipo quilha, conforme norma ASTM A703.



2.2 USINAGEM

Para usinagem dos corpos de prova de tração e impacto, previamente cortados com uma serra fita, foram utilizados um torno e uma fresa, ambos convencionais. O torno convencional (Fig. 1) utilizado no processo de fabricação do corpo de prova de tração cilíndrico M12, foi o torno convencional Sinitron com contraponto, a ferramenta utilizada no processo foi uma pastilha de metal duro para aços micro ligados, já os parâmetros de corte são os seguintes: avanço da ferramenta por passe equivalente a 0,5mm a uma rotação de 950 RPM, refrigerado com álcool absoluto para evitar a modificação da microestrutura do material provocado por um eventual aquecimento da peça decorrente do processo de usinagem.

Figura 1: Torno Convencional Sinitron



FONTE: O autor (2019)

Na fabricação do corpo de prova de impacto a fresa convencional (Fig. 2) utilizada foi uma Sinitron, assim como no processo de torneamento a pastilha utilizada no fresamento



foi de metal duro para aços microligados, todo o processo foi refrigerado com álcool absoluto, com um parâmetro de corte semelhante ao de torneamento, a rotação da ferramenta foi de 1200RPM e o avanço da ferramenta por passe foi equivalente a 0,5mm.

Figura 2: Fresa convencional Sinitron



FONTE: O autor (2019)

2.3 TRATAMENTO TÉRMICO

O ciclo térmico da austempera realizada no material está representada da Figura 3.

Figura 3: Ciclo térmico Austempera



FONTE: O autor (2019)



2.4 ENSAIOS MECÂNICOS

Para o ensaio de dureza foi utilizado um Durômetro Rockwell (Fig. 4), no parâmetro C, o tempo de endentação foi padrão em todas as amostras e regiões das mesmas, respeitando um tempo de endentação de 30 segundos, definido pela norma ABNT NBR ISO: 6508-1:2019.

Figura 4: Durômetro Rockwell



FONTE: O autor (2019)

O ensaio de tração foi realizado com a máquina de ensaios universais EMIC DL30000, (Fig. 5) o parâmetro utilizado na máquina foi uma velocidade constante de 10mm/min de tração, o corpo de prova utilizado no ensaio foi o cilíndrico M12 com as dimensões estabelecidas pela ABNT NBR ISO6892 1 . Foram tracionados 3 corpos de prova para cada condição (bruto de fundição e austemperado).



Figura 5: Máquina universal de Ensaio EMIC DL30000



FONTE: O autor (2019)

O ensaio de Impacto foi realizado com a máquina Tinius Olsen Model Impact 104 (Fig. 6), com um martelo calibrado que atinge uma energia de 406.57 J, o corpo de prova com dimensões de 10x10x55mm estabelecido em norma, com uma endentação centralizada com cerca de 45°, mas que para este foi utilizado o corpo de prova sem o “dente” por questões de características mecânicas obtidas pelo ensaio de tração, tais como a ductilidade do mesmo. Foram realizados triplicada para cada condição.



Figura 6: Tinius Olsen Model Impact 104



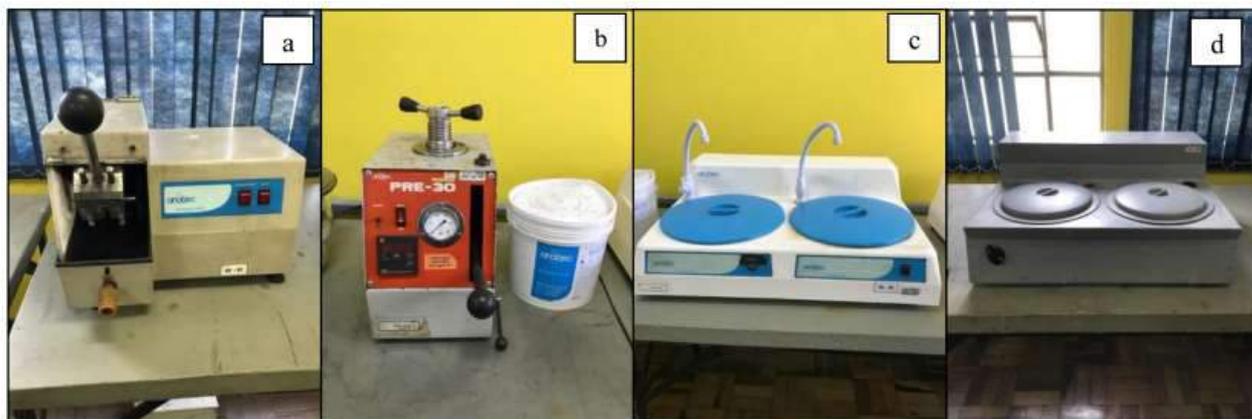
FONTE: O autor (2019)

2.5 ANÁLISE METALGRÁFICA

Para análise metalográfica as amostras foram preparadas conforme as seguintes etapas: (i) corte refrigerado no Cut off Arotec AROCOR 40, (ii) embutimento da amostra no Embutidor Arotec, (iii) lixamento com lixas: 80, 120, 320, 600 e 1200, na politriz Arotec Aropol S refrigerado a água, (iv) o polimento com pastas de diamantes de 1 e 3 μ m da AROTEC, (v) ataque químico com NITAL 4% e (vi) secagem. Os equipamentos estão representados na Figura 7.



Figura 7: a) Cut Off Arotec Arocor 40, b) Embutidor Arotec, c) Politriz Arotec Aropol S, d) Politriz.



FONTE: O autor (2019)

Para a realização da microscopia óptica da amostra foi utilizado um microscópio OLYMPUS BX51 (Fig. 8) com capacidade de aumento de até 1000x, foram retiradas fotos da face perpendicular a rosca do corpo de prova de tração com 100x de aumento e 500x de aumento, na lateral, meio raio e núcleo da amostra embutida.

Figura 8: Microscópio OLYMPUS BX51



FONTE: O autor (2019)



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado do efeito do níquel e nióbio na microestrutura e propriedades mecânicas no aço, originalmente 1020, estão descritas a seguir.

3.1 ANALISE METALOGRÁFICA

Com a análise microestrutural realizada, foi possível diagnosticar quais as fases presentes no material, assim como a influência dos elementos de liga adicionados. A contribuição dessa análise também foi significativa para caracterizar a morfologia das fases após o tratamento térmico de austempera. Através da análise microestrutural foi possível identificar que as amostras brutas de fundição possuem uma matriz ferrítica com algumas colônias de perlita. A Tabela 2 mostra o percentual das fases na matriz do material com adição de elementos de liga.

Tabela 2: Percentual de perlita e ferrita na matriz das amostras brutas de fundição, com adição de níquel e nióbio.

Condição da amostra	Perlita (%)	Ferrita(%)
Bruta de Fundição	18	82

FONTE: O autor (2019)

Observa-se um refinamento do grão em comparação ao material sem elementos de liga, esse refinamento é proporcionado pela adição do nióbio que neste caso é um recristalizador da austenita. A Figura 9a demonstra a microestrutura do material bruto de fundição microligado. O material austemperado apresentou uma quantidade significativa de ferrita pro-eutetóide presente no contorno de grão. A isso se atribui a (i) baixa temperatura de austenitização utilizada no tratamento térmico de austenitização e (ii) a uma possível remoção antecipada dos corpos de prova do forno, gerando uma redução do tempo necessário para austenitização completa. Essas duas variáveis, tempo e temperatura, são essenciais para austenitização completa do material.

Além disso, há regiões de perlitas formadas durante o tratamento térmico de austempera. A preservação da fase pro-eutetóide (ferrítica) também favoreceu a nucleação de fases indesejáveis no tratamento de austempera (perlita), pelo descolamento da curva TTT para esquerda, fato este que contribuiu para não alcançar a estrutura bainítica desejada.

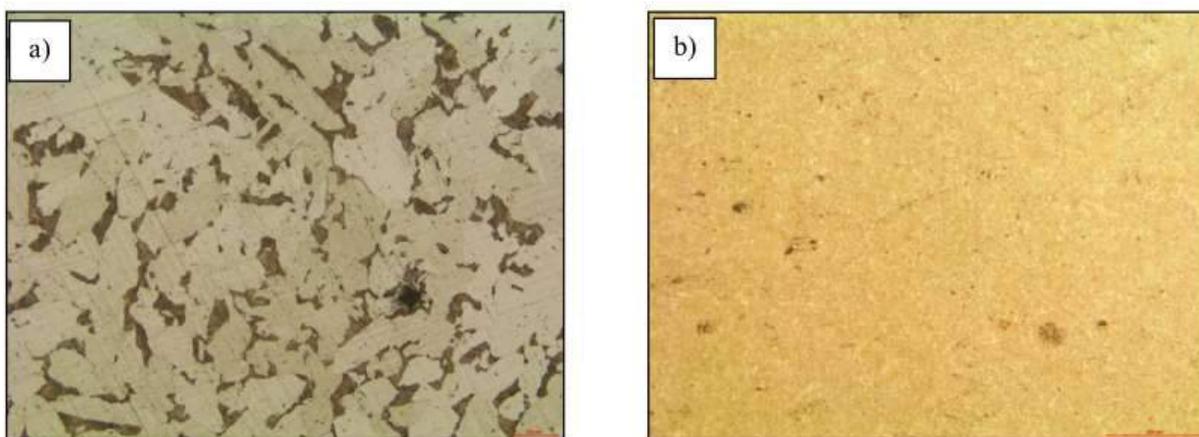
A temperatura de austempera 360°C contribuiu para a formação de ferrita de Widmanstätten, ou seja, uma morfologia diferente (aspecto serrilhado, devido ao



superresfriamento) das presentes no contorno de grão. Tal ferrita pode atribuir uma maior dureza e resistência mecânica ao material, decorrente ao seu refino.

A Figura 9 apresenta o comparativo da microestrutura bruta de fundição e tratada termicamente por meio da austempera, ambas obtidas da região meio raio dos corpos de prova, com elementos de liga nióbio e níquel.

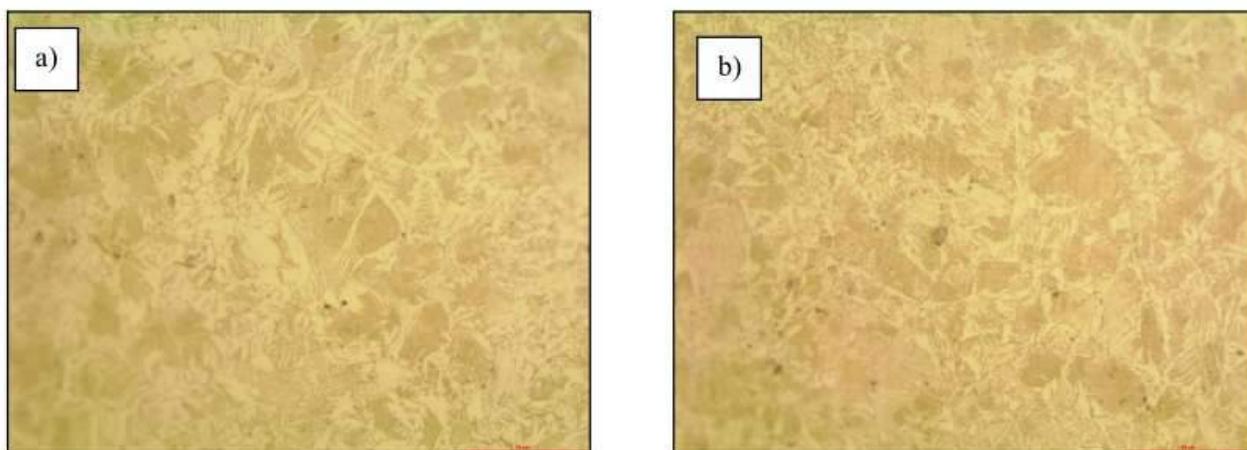
Figura 9: microestruturas: (a) bruta de fundição e (b) austemperada.



FONTE: O Autor (2019)

A Figura 10 apresenta as micrografias dos corpos de prova austemperado, em aumentos maiores, demonstrando a estrutura heterogênea.

Figura 10: microestruturas da austempera: (a) meio raio e (b) núcleo.



FONTE: O autor (2019)



3.2 PROPRIEDADES MECÂNICAS

As propriedades mecânicas: dureza, resistência mecânica, limite de escoamento, alongamento e tenacidade estão descritas a seguir.

3.2.1 Dureza Rockwell

Os resultados obtidos estão descritos na Tabela 3, das amostras ligadas com nióbio e níquel, nas condições bruta de fundição e austemperada.

Tabela 3: Valores de dureza Rockwell na escala (c) nas condições bruta de fundição e austemperada.

Condição da Amostra	Posição de medição	Corpo de prova 1 (HRc)	Corpo de prova 2 (HRc)	Corpo de prova 3 (HRc)
bruto de fundição	Lateral	7	8	9
	Meio Raio	9	8	8
	Núcleo	6	8	7
austemperada	Lateral	12	15	13
	Meio Raio	8	10	12
	Núcleo	6	8	7

FONTE: O autor (2019)

Houve um aumento de dureza na posição lateral da peça, na condição tratada termicamente por meio da austempera. Esse fato se atribui por ser a região que sobre o resfriamento mais rápido, quando comparados as demais regiões (meio raio e núcleo) do corpo de prova. Além disso, no núcleo da amostra tem-se uma maior quantidade de ferrita pró-eutetóide, o que contribui para a dureza ser menor, quando comparadas as demais regiões.

3.2.2 Ensaio de Tração

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos do ensaio de tração dos corpos de prova com e sem tratamento térmico de austempera. A Figura 11 e 12 demonstram graficamente os ganhos obtidos nas propriedades mecânicas. Verificou-se um aumento de aproximadamente 200 MPa no limite de escoamento no material tratado e 122 MPa na resistência mecânica. Isso demonstra que, mesmo não havendo a austenitização total, a morfologia proveniente da austempera, conferiu um ganho nessas propriedades (incluindo a dureza superficial). A mudança metalográfica visualizada na Figura 9 foi a responsável por essas modificações mecânicas.



Tabela 4: Resultados do ensaio de Tração.

Condição da Amostra	Tensão de escoamento (MPa)		Tensão máxima (MPa)		Alongamento (%)	
	Valor Médio	Desvio Padrão	Valor Médio	Desvio Padrão	Valor Médio	Desvio Padrão
bruto de fundição	330	4	523	9	14	2,5
austemperado	529	11	645	13	20	1

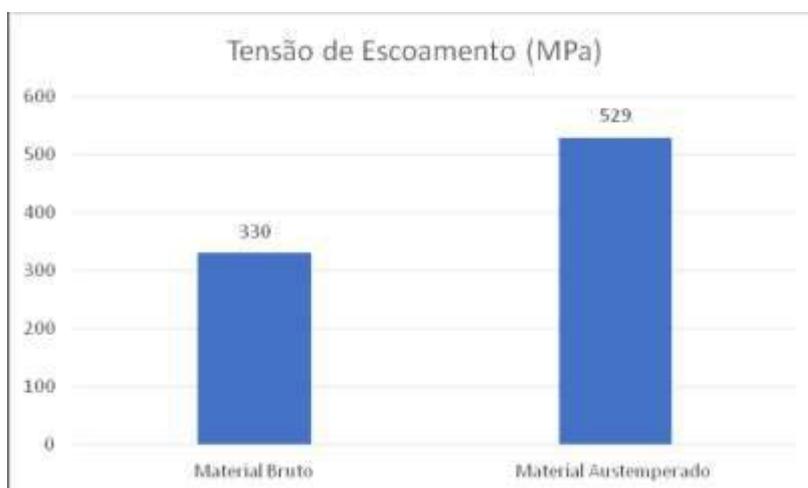
FONTE: O autor (2019)

Figura 11: correlação do alongamento e resistência mecânica nas condições: bruto de fundição e austemperado



FONTE: O autor (2019)

Figura 12: limite de escoamento nas condições: bruto de fundição e austemperado



FONTE: O autor (2019)



Caldeira (2006) relata que o nióbio proporciona ao material uma estrutura mais refinada, o que dificulta o movimento de discordâncias e resulta no endurecimento do material, consequentemente no aumento das demais propriedades (dureza, resistência mecânica e limite de escoamento). O alongamento também aumentou em de 14 para 20% na condição austemperada. Esse fato de atribui a quantidade de ferrita presente no material, tanto pró-eutetóide, quando a ferrita formada durante a austemperada. Tal fato pode ser atribuído ao deslocamento da curva TTT em função da quantidade de ferrita não transformada durante a austenitização, diminuindo a temperabilidade do material, favorecendo a formação de novas regiões de ferrita.

3.2.3 Ensaio de Impacto

A Tabela 5 apresenta o resultado do ensaio de impacto. A diferença expressiva entre as duas condições se refletiu inclusive na execução do ensaio. A absorção de energia dos corpos de prova austemperado foi maior do que a capacidade da carga do martelo disponível (406 J +/- 1 J).

Tabela 5: Ensaio de impacto Charpy

Condição da Amostra	Absorção de energia (J)	Desvio padrão
bruto de fundição	6	3
austemperado	406	0

FONTE: O autor (2019)

A tenacidade do material, além dos valores demonstrados (Tab. 5), pode ser visualizada na Figura 13.

Figura 13: Formato físico das amostras após o ensaio de impacto.

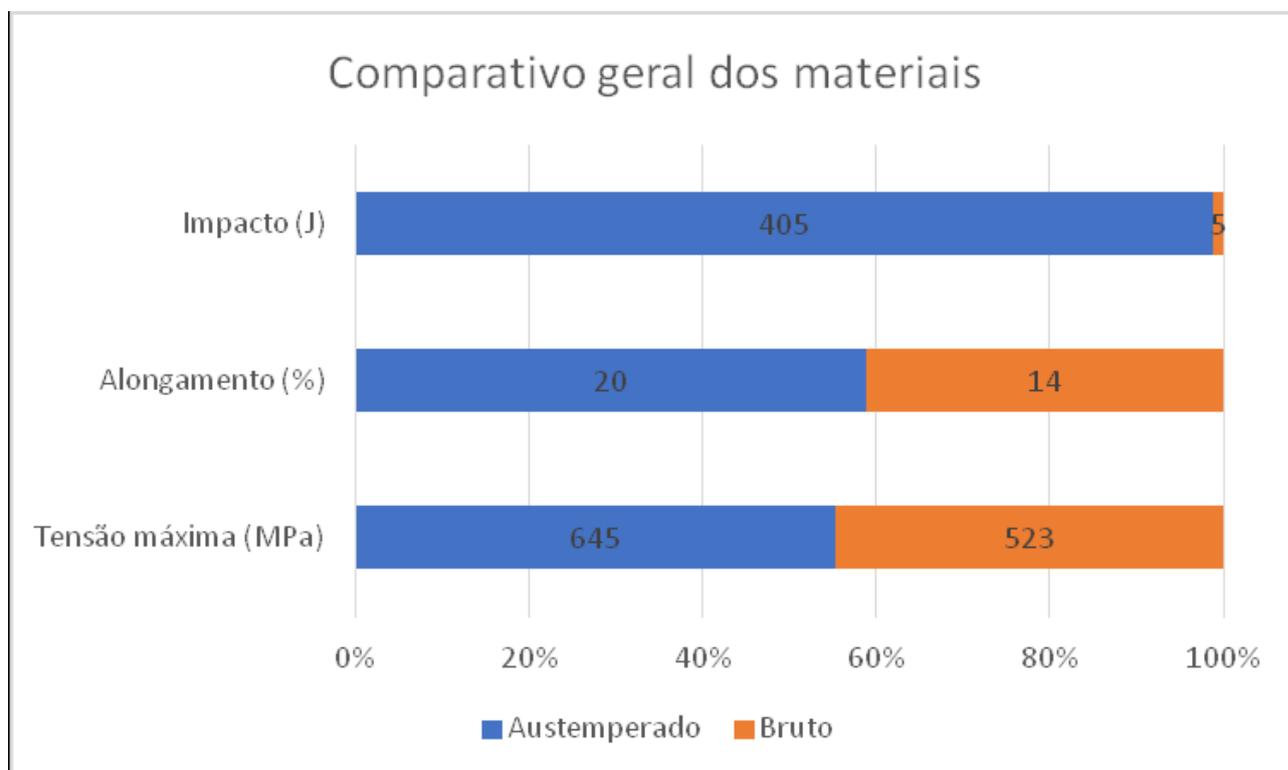


FONTE: O autor (2019)



A Figura 14 apresenta um comparativo entre a energia absorvida no ensaio de impacto e o alongamento do material, relacionando também a tensão máxima do mesmo (resistência mecânica). Dessa forma pode-se verificar o ganho acentuado na tenacidade do material, propriedade essa que se sobressaiu as demais (considerando os valores obtidos). A quantidade de ferrita obtida no tratamento de austempera pode ser a responsável por esse aumento.

Figura 14: Comparativo entre as propriedades mecânicas.



FONTE: O Autor (2019)

CONCLUSÃO

Constatou-se um aumento em todas as propriedades mecânicas medidas nos corpos de prova submetidos ao tratamento térmico de austempera. Entretanto, a tenacidade do material foi a propriedade mecânica que mais obteve-se acréscimos nos valores obtidos após tratamento térmico, quando comparados ao estado bruto de fundição, ambas ligas com os elementos de liga: nióbio e níquel. A mudança morfológica durante a austempera, juntamente com a quantidade de ferrita pró-eutetóide contribuíram para os ganhos das propriedades mecânicas.



REFERÊNCIAS

SILVA, C. S. Balanço Mineral Brasileiro: Nióbio. Brasília, 2001. 17 p.

GUIA ABIFA DE FUNDIÇÃO. São Paulo: Associação Brasileira de Fundição, 2011.

AÇOS-CARBONO E AÇOS-LIGA. São Paulo: Associação Brasileira de Metais 1971.

SILVA, R. C. S.C. Dissolução de ferro nióbio em ferro fundido. 2000. 75 f. Dissertação (Mestre) - Curso de Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

VATAVULK, Jan; VILLAR, Carlos. Ferro fundido nodular com nióbio para aumento da resistência ao desgaste de anéis de pistão de motores de combustão interna. Disponível em: <<http://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/rmec/article/viewFile/1961/1409>> Acesso em: 05 de junho de 2018

CHEN, Xiangru et al. Material Science and Engineering: A. Shanghai: 2017. P. 416 – 428.

GAO, Tong et al. Preparation of a novel Mg–Fe master alloy and its spheroidizing effect on graphite in ductile irons. Jinan: 2018

AMERICAN SOCIETY FOR METALS. Metals Handbook: Properties and Selection: Irons, Steels, and High Performance Alloys. 8 ed. ASM Handbook. Properties and Selection: Irons, Steels, and High-Performance Alloys. American Society for Metals, 2 ed. Materials Park: p. 1009-1102, 1993.

ASM INTERNATIONAL. High-strength low-alloy steels. Ohio, USA, 2001.

CUNHA, Adilto Pereira Andrade. Caracterização mecânica e microestrutural de aços médio carbono microligados ao nióbio e molibdênio. Campinas: UNICAMP, 2013. 141 p. Tese (Doutorado) – Curso de Pós- Graduação em Engenharia Mecânica, na Área de Materiais e Processos de Fabricação. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

COTA, André Barros et al. Influência da temperatura de austenitização sobre a cinética de formação da ferrita em um aço microligado com Nb. Revista Escola de Minas, Ouro Preto, v.55, n. 4; Out /Dez 2002.

SILVA, André Luiz da Costa e. MEI, Paulo Roberto. Aços e Ligas Especiais. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.

RAMÍREZ, Mario Fernando Gonzalez. Estudo da transformação durante o resfriamento contínuo e da microestrutura do aço microligado X80 utilizado na construção de tubos para transporte de gás natural e petróleo. São Paulo: USP, 2008. 159 p. Tese (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CONCEIÇÃO, Tahiana Francisca da. Efeito do Nb na cinética de revenimento de aços de baixo carbono. Metalurgia & Materiais, Ouro Preto (mg), p.551-556, set. 2007.



DINIZ, Eduardo de Oliveira. Análise da influência do nióbio na microestrutura e propriedades mecânicas da barra chata temperada e revenida para aplicação em feixes de mola. Belo Horizonte: UFMG, 2005. 85p.

Tese (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

SOUZA, Felipe. Efeito do Nióbio e Níquel na microestrutura e propriedades mecânicas de um aço microligado submetido ao tratamento térmico de Tempera e Revenimento, 2018. 65 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso – UNISOCIESC.

TOMIO, Ismael. Influência do Nióbio em aços fundidos de baixo carbono no estado bruto de fundição e normalizado, 2017. 71 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso – UNISOCIESC.

CHIAVERINI, Vicente. Aços e ferros fundidos: características gerais, tratamentos térmicos e principais tipos. 7ª ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2002.

ITMAN FILHO, André, et al. Características de um aço microligado forjado API 5L. Revista Matéria. Vitória: v. 20, n.4, p. 1024-1029, jun. 2015.

NEVES, Frederico Ozanan. REGONE, Willian. BUTTON, Sérgio Tonini. Análise do comportamento microestrutural de um aço microligado por Simulação Física Análoga ao forjamento a quente. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. Anais..., Natal: CBECIMAT, 2002. 7 p.

TITHER, G. The Development and Applications of Niobium-Containing HSLA Steels. HSLA Steels: Processing, Properties and Applications. Edited by G. Thiter and Z. Shouhua – The Minerals, Metals & Materials Society, pp. 61-80. Niobium Products Company Inc, 1992.

VERSUTO, Bruno Cassio Bertoco. Caracterização de uniões soldadas pelo processo de solda por resistência em aços ARBL. Lorena: USP/EEL, 2010. 89p. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais, Escola de Engenharia de Lorena - Universidade de São Paulo, Lorena, 2010.

SCHIAVO, Camila Pessanha. Estudo da solubilização do Nb em aços microligados durante o reaquecimento de placas. Belo Horizonte: UFMG, 2010. 147p. Tese (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

OLEA, Cesar Afonso Weis. Caracterização por microscopia eletrônica do aço SAE 1141 microligado ao Nb. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 90 p. Tese (Mestrado) - 80 Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgic.

LAGE, Meire Guimarães. ARAÚJO, Carlos Salaroli. Estudo da Precipitação em Aços de Alta Resistência e Baixa Liga por Termodinâmica Computacional. Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração. São Paulo, v.7, n. 1-2, p. 24-28, jul./dez. 2010.



SILVA, Nilo Nogueira. Simulação da Laminação de Aço Microligado ao Nióbio Utilizando Ensaio de Torção. Belo Horizonte: REDEMAT, 2014. 89 p. Tese (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Ouro Preto, Belo Horizonte, 2014.



INTERAÇÃO ENTRE NANOPARTÍCULAS DE OURO (GNPs) E VITAMINA C EM FORMULAÇÕES COSMÉTICAS ANTIENVELHECIMENTO

Amanda Letícia Vargas, Fernando Silvio de Souza e Gabriela Kozuchovisck Ferreira.

1 UNISOCIESC, R Albano Schmidt, 3333 – Boa Vista, Joinville – SC, 89206-001.

1 INTRODUÇÃO

A beleza sempre foi assunto de grande interesse para o ser humano e na busca por essa beleza, produtos foram desenvolvidos e vem sendo utilizados por pessoas no mundo inteiro. O Brasil é considerado um dos maiores mercados de beleza do mundo, perdendo apenas para os Estados Unidos e Japão, segundo a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC,2012). A concorrência entre empresas de cosméticos é intensa, e isso alavanca as pesquisas de inovação e criação de novos produtos aumentando as variedades disponíveis no mercado.

Conforme o SEBRAE (2008), o cenário dos cosméticos atrai novos investimentos devido um forte crescimento que gera grande competitividade, possibilitando aos fabricantes a oferta de produtos variados para públicos com diferentes níveis de poder aquisitivo, estimulando ainda mais o consumo e o surgimento de novas empresas. Pesquisas realizadas com 30.000 mulheres em 33 países apontou que 82% disseram que produtos de beleza são necessidade, não um luxo. A beleza vai além da vaidade e isso é um valor universal. (TEIXEIRA,2002). A busca pelo corpo ideal, pela preservação da juventude, do desejo de parar o tempo e vencer o envelhecimento é tão ativa hoje quanto nos séculos passados e isso é um grande estímulo para pesquisas de inovações que contam com avanços tecnológicos da medicina, da biotecnologia, dentre outros.

Segundo Fries e Zanini Frasson (2013), o envelhecimento é um processo natural, tendo início com o declínio das funções fisiológicas, provocadas por alterações moleculares e celulares, acelerado por moléculas instáveis e reativas conhecidas como radicais livres, aliado à perda da capacidade do organismo de se recuperar dessas agressões. O organismo conta com diferentes sistemas de defesa antioxidantes, porém, ao ocorrer desequilíbrio na defesa antioxidante, há um aumento do número de radicais livres, processo conhecido como estresse oxidativo. Esse processo fica muito evidente quando se trata da



pele humana, que com o passar dos anos apresenta mudanças visíveis como aparecimento de rugas e flacidez.

A formação de radicais livres é um processo inevitável e sua eliminação total impossível, visto que são processos metabólicos essenciais à vida. Com embasamento científico foi possível o desenvolvimento de ativos cosméticos para criação de novos produtos, principalmente os que contêm antioxidantes, visto que esses ativos podem retardar os efeitos dos radicais livres na pele.

De acordo com Daudt et al. (2013) a indústria cosmética tem investido cada vez mais na utilização de sistemas nano estruturados, com diferentes aplicações. Dentre vários ativos naturais pesquisados, muitos são compostos instáveis, que sofrem reações e levam à diminuição ou perda de eficácia e até mesmo a degradação do produto. Por isso, novas tecnologias têm sido desenvolvidas com o objetivo de melhorar o desempenho dos produtos. Uma alternativa para aumentar a estabilidade e, ainda, permitir a liberação controlada do ativo é o encapsulamento dessas substâncias através de técnicas que envolvem a nanotecnologia. A obtenção de materiais em nanoescala visa a melhoria na saúde, no crescimento tecnológico, econômico, entre outros.

Neste sentido, nanotecnologia é a ciência que manipula a matéria na escala nanométrica (entre 0,1 a 100 nm de diâmetro). A obtenção de materiais em nanoescala visa melhoria na saúde, no crescimento tecnológico, econômico, entre outros.

Segundo Ghosh (2008), as nanopartículas de ouro (GNPs) emergiram como sendo um excelente agente capaz de se ligar a pequenas e grandes biomoléculas. Sempre é necessário se estabilizar uma nanopartícula com agente complexante, que evita a aglomeração das partículas em tamanhos maiores. Com isso observou-se a viável complexação das nanopartículas de ouro com a vitamina C por conta das suas estruturas moleculares, e sendo os dois ótimos agentes antioxidantes podendo ser utilizados em cremes cosméticos com finalidade antienvhecimento. Contudo, as informações sobre a interação entre vitamina C e nanopartículas de ouro são bastante escassas na literatura. Levando em consideração o crescimento da indústria de cosméticos e visando a melhora das propriedades dos cremes rejuvenescedores, as nanopartículas de ouro juntamente com a vitamina C permitirão a fácil absorção através dos tecidos da pele, fazendo com que elas tenham uma ação mais eficaz.



Durante a realização do trabalho as nanopartículas de ouro foram sintetizadas no tamanho de 10 nm como descrito por Turkevich e colaboradores (1951). Após a conclusão da síntese, a solução de GNPs foi caracterizada empregando-se a técnica de espectroscopia no ultravioleta-visível (UV-Vis), via monitoramento da banda de superfície de plasmon ressonante (SPR).

Foi avaliado a complexação entre as nanopartículas de ouro e a vitamina C com as medidas voltamétricas e logo após foram realizadas utilizando-se um potenciostato/galvanostato acoplado ao software NOVA 2.0 em conjunto com um kit de micro célula com um sistema de três eletrodos constituídos de um eletrodo de trabalho de carbono vítreo (ECV), um eletrodo de referência de calomelano saturado (SCE) e um contra eletrodo de platina.

Para a verificação da habilidade de complexação da nanopartícula com a vitamina C, foram comparados os ciclovoltagemogramas do eletrólito suporte e da nanopartícula de ouro em BR (Britton-Robinson), na ausência e na presença de vitamina C em concentrações crescentes.

Com isso, foi possível verificar o objetivo deste trabalho, que foi avaliar a viabilidade de aplicação de complexos nanopartículas de ouro e vitamina C.

Os objetivos específicos foram:

- a) realizar a síntese e caracterização das nanopartículas de ouro;
- b) avaliar eletroquimicamente a interação entre nanopartículas de ouro e a vitamina C;
- c) determinar a estequiometria da reação de complexação da vitamina C com as nanopartículas de ouro;

O trabalho foi elaborado em cinco capítulos: O primeiro capítulo foi destinado à introdução, apresentando os principais objetivos do trabalho. O segundo capítulo foi desenvolvido o referencial teórico que foi suporte para o estudo, abordando conceitos já discutidos e comprovados por outros autores. O terceiro capítulo apresentou a metodologia utilizada para a pesquisa, como por exemplo o procedimento realizado para alcançar o objetivo proposto. O quarto capítulo evidenciou os resultados e discussão através dos experimentos laboratoriais realizados durante os estudos. O quinto capítulo a conclusão



das atividades que foram realizadas. O sexto capítulo apresentou as sugestões para trabalhos futuros e por fim as referências.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta a caracterização da pesquisa e em seguida o procedimento metodológico para realização da síntese das nanopartículas de ouro (GNPs) e complexação entre as GNPs e vitamina C para um possível desenvolver de creme cosmético antienvhecimento.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Este trabalho foi caracterizado como pesquisa experimental, onde a síntese das nanopartículas de ouro foi realizada no laboratório da instituição de ensino Unisociesc localizada na cidade de Joinville/SC. Após síntese e caracterização, as nanopartículas de ouro foram complexadas com vitamina C e submetidas a análises. Posteriormente, medidas voltamétricas foram realizadas no laboratório do Departamento de Química no campus da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) localizada na cidade de Florianópolis/SC.

A pesquisa experimental é conhecida como laboratorial. Trata-se da realização da síntese de GNPs em ambiente controlado, onde as nanopartículas foram produzidas no tamanho de 10 nm por meio de técnicas que reduzem quimicamente o sal de ouro na presença de um agente redutor e estabilizante para prevenir aglomeração. Posteriormente, foi adicionado a vitamina C e analisado a interação entre o ácido ascórbico (Vitamina C) e as GNPs para a obtenção de informações e resultados, mostrando seus desenvolvimentos e eficácia.

2.2 MATERIAIS

Os materiais empregados para realização da pesquisa estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Materiais utilizados na pesquisa

Reagente	Fórmula química	Fornecedor	Concentração
Ácido tetracloroaúrico	HAuCl_4	Sigma Aldrich	100mL de 0,50 mM
Vitamina C	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$	Farmácia Animal Farma	1 mmol/L



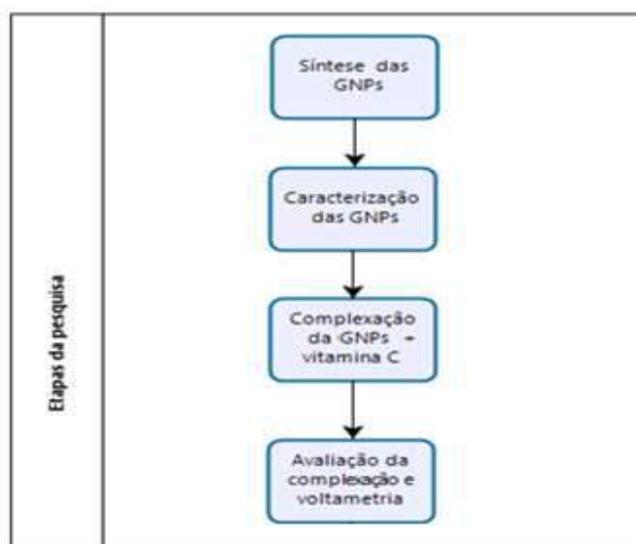
BR (Britton-Robinson)	$H_3PO_4 + H_3BO_3 + CH_3COOH + NaOH$	Sigma Aldrich	1,0 mol/L
Citrato de sódio	$Na_3C_6H_5O_7$	Sigma Aldrich	136,0 mM
Água deionizada	H_2O	Sigma Aldrich	-

Fonte: Os autores (2019).

2.3 ETAPAS DA PESQUISA

Para realização desta pesquisa elaborou-se o planejamento experimental, apresentado na Figura 4.

Figura 1 - Planejamento experimental



Fonte: Os autores (2019)

2.3.1 Síntese das GNPs (Nanopartículas de Ouro)

As nanopartículas de ouro, comumente chamadas no âmbito científico de GNPs (do inglês Gold Nanoparticles) de tamanhos médios de 10 nm foram sintetizadas como descrito por Turkevich e colaboradores apud (TURKEVICH et al., 1951), com algumas modificações, a partir de redução química do precursor metálico ácido tetracloroaurico ($HAuCl_4$) (Sigma-Aldrich, MO, EUA) com o agente redutor e estabilizante citrato de sódio ($Na_3C_6H_5O_7 \cdot 2H_2O$) (Nuclear, SP, Brasil).

O controle dimensional das nanopartículas foi efetuado variando-se a concentração do agente redutor, pois o tamanho das GNPs depende da quantidade e da velocidade de



citrato de sódio que se adiciona na reação, ou seja, quanto maior a quantidade adicionada e maior a velocidade de adição de citrato de sódio menor ficará a partícula.

Ensaio variando-se sistematicamente as concentrações de citrato de sódio foram efetuados até obtenção das GNPs na dimensão desejada. A solução de citrato de sódio na concentração de 136,0 mM foi utilizada para obtenção do diâmetro médio de 10 nm.

Inicialmente, 100 mL de 0,50 mM de ácido tetracloroaúrico foi transferido para um balão de fundo redondo e a solução foi aquecida em banho-maria no óleo em até 90° C sob agitação a 700 rpm. A solução de citrato de sódio previamente preparada contendo 1,002g de citrato e solubilizado em água deionizada contendo 5 mL de solução, foi adicionada juntamente no balão e o sistema mantido à temperatura descrita, em agitação a 200 rpm durante 20 minutos. A solução preparada adquiriu coloração vermelho escuro, na qual corresponde ao tamanho da nanopartículas de 10 nm com pH de 6,50. Logo após, o pH da solução foi ajustado a pH fisiológico com solução tampão.

2.3.1.1 Caracterização das nanopartículas de ouro (GNPs)

A caracterização das nanopartículas de ouro foi realizada através de ensaios físicos e químicos.

2.3.1.2 Espectroscopia de absorção no ultravioleta-visível (UV-Vis)

A solução de GNPs de 10 nm foi caracterizada através de espectroscopia no ultravioleta-visível (UV-Vis), via monitoramento da banda de superfície de plasmon ressonante (SPR), utilizando um espectrofotômetro modelo UV-1800, através do equipamento de LAB-X, modelo XDR – 6000 (Shimadzu).

Para a espectrometria de UV-Vis, a medição da banda de SPR, foi realizada em temperatura ambiente num espectrofotômetro utilizando uma cubeta de quartzo contendo uma alíquota de 1 mL da solução, sendo que, o espectro da mesma foi monitorado diariamente ao longo de sete dias. Esse monitoramento revela qualquer alteração do comprimento de onda na máxima absorção.

2.4 AVALIAÇÃO DA COMPLEXAÇÃO ENTRE A VITAMINA C E AS NANOPARTÍCULAS DE OURO



Para que a avaliação da complexação entre a vitamina C e as GNPs fosse possível, foi necessária a preparação dos eletrólitos, assim como a preparação da solução de vitamina C.

2.4.1 Preparação da solução de vitamina C

A solução de vitamina C foi preparada no laboratório do grupo de estudos de processos eletroquímicos e eletroanalíticos (Gepeea) da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC segundos antes da medição dos ciclovolтамétricos, para garantir sua estabilidade. Com o auxílio de uma balança analítica e um vidro de relógio, foi pesado 450 mg de vitamina C concentrada em pó, conforme observa-se na Figura 5.

Figura 5 – Pesagem da vitamina C



Fonte: Os autores (2019)

Após pesagem, a vitamina C foi transferida para um balão volumétrico de 50 mL, onde se completou com eletrólito suporte solução tampão BR 1,0 mol/L pH 7,0 (solução contendo ácido fosfórico (H_3PO_4), ácido bórico (H_3BO_3) e ácido etanóico (CH_3COOH) e hidróxido de sódio (NaOH) para correção do pH) até o menisco. A solução foi transferida para um banho ultrassônico (Figura 6) onde permaneceu durante 10 min para a completa homogeneização da vitamina C no eletrólito suporte.



Figura 6 – Banho ultrassônico



Fonte: Os autores (2019)

2.4.2 Preparação dos eletrólitos com as GNPs

A preparação dos eletrólitos com as GNPs foi realizada no Gepeea, onde foi utilizado um eletrólito suporte tampão BR (Britton-Robinson) com finalidade de evitar que o pH sofra variações quando adicionado ácidos ou bases fortes, com concentração de 1,0 mol/L e pH 7. Para a obtenção dos voltamogramas cíclicos foi realizado o procedimento de película diretamente nos eletrodos, onde os mesmos foram higienizados com água de alumínio a 0,3 μm . Após higienizados, os eletrodos receberam gotas da solução GNPs com o auxílio de uma pipeta onde a película foi formada (Figura 7). Com a formação da película, a curva de calibração foi gerada.

Figura 7 – Formação da película de GNPs no eletrodo



Fonte: Os autores (2019)



2.4.3 Complexação entre as GNPs e vitamina C

Para verificação da complexação entre as GNPs e a vitamina C foi utilizado o eletrólito já preparado contendo a solução tampão BR e as GNPs e adicionado de forma crescente quantidades da solução de vitamina C. Foram feitas dez adições sucessivas da solução de vitamina C na célula eletroquímica contendo as GNPs com o eletrólito suporte. Os voltamogramas cíclicos foram registrados após cada uma das adições.

2.4.4 Medidas voltamétricas

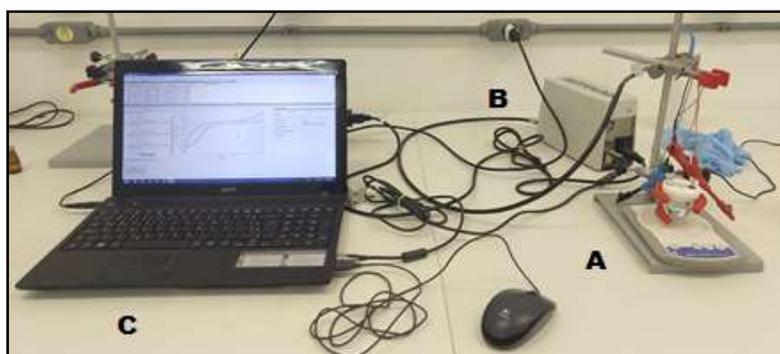
Os ensaios foram realizados utilizando-se um sistema acoplado ao software NOVA 2.0 (Figura 8), composto por:

A = Kit de micro célula modelo K0264 com um sistema de multieletrodos constituídos de um eletrodo de trabalho de carbono vítreo (ECV) da BAS MF-2012, um eletrodo de referência de prata/cloreto de prata (Ag/AgCl) e um eletrodo auxiliar de platina da EG&G PAR;

B = Potenciostato Autolab PGSTAT 101 da Metrohm Software NOVA 2.0;

C = Computador com a interface do programa Nova 2.0.

Figura 8 – Sistema acoplado ao software



Fonte: Os autores (2019)

Durante a adição progressiva da vitamina C ao eletrólito BR com as GNPs, as quantidades adicionadas foram anotadas, as novas medidas voltamétricas foram obtidas e os gráficos gerados.

A vitamina C foi adicionada no sistema até a saturação completa do eletrodo com os analitos, onde não foi mais possível gerar uma corrente superior àquela obtida. As variações das quantidades de vitamina C adicionadas podem ser visualizadas na Tabela 02.



Tabela 02 - Quantidade de ensaios x variação de vitamina C

Análise	Solução	Volume de vitamina C	
		Adicionada (μL)	Acumulada (μL)
1	Tampão BR + GNPs	0	0
2	Tampão BR + GNPs + vitamina C	25	25
3	Tampão BR + GNPs + vitamina C	25	50
4	Tampão BR + GNPs + vitamina C	25	75
5	Tampão BR + GNPs + vitamina C	25	100
6	Tampão BR + GNPs + vitamina C	25	125
7	Tampão BR + GNPs + vitamina C	25	150
8	Tampão BR + GNPs + vitamina C	25	175
9	Tampão BR + GNPs + vitamina C	25	200
10	Tampão BR + GNPs + vitamina C	50	250
11	Tampão BR + GNPs + vitamina C	50	300

Fonte: Os autores (2019)



2.4.5 Curva de calibração

A curva de calibração relaciona a resposta do sinal de corrente catódica (oxidação) das GNPs *versus* a concentração da vitamina C adicionada. Os valores de corrente foram obtidos para cada voltamograma separadamente conforme a variação da concentração da vitamina C. A curva de calibração serve para mostrar o sinal de vitamina C por sua concentração.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo tem como objetivo explanar todos os resultados obtidos nos experimentos aplicados descritos neste trabalho, bem como apresentar os resultados através de gráficos.

3.1 SÍNTESE DAS GNPs

A síntese das GNPs foi realizada conforme descrito por Turkevich e colaboradores apud (TURKEVICH et al., 1951), sendo assim, com base na coloração da amostra as dimensões das GNPs produzidas representam o tamanho de 10 nm. A Figura 9 apresenta o recipiente contendo a amostra de acordo com a dimensão das GNPs, a qual se refere a 10 nm.

Figura 9 – Solução de GNPs com dimensão de 10 nm



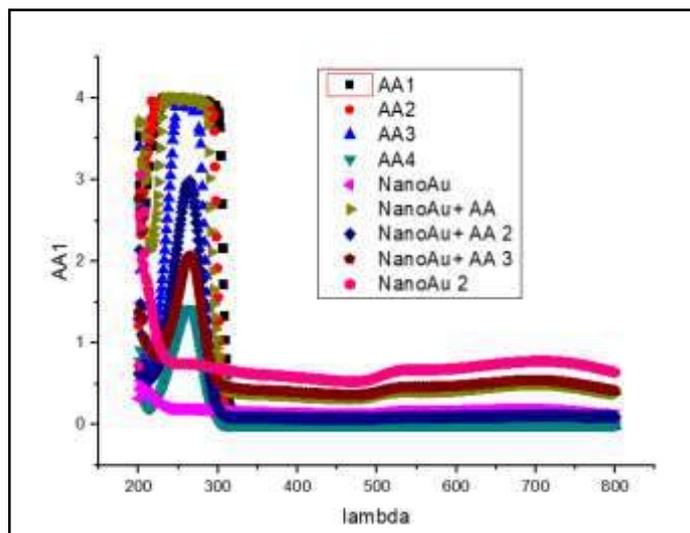
Fonte: Os autores (2019)



3.2 ESPECTROSCOPIA UV-VIS

Foram realizadas três medidas separadamente, sendo uma das GNPs, outra da vitamina C e por fim da solução contendo a mistura das duas. Os espectros gerados podem ser observados na Figura 10.

Figura 10 – Espectro das GNPs, da vitamina C e da solução (GNPs + Vitamina C)



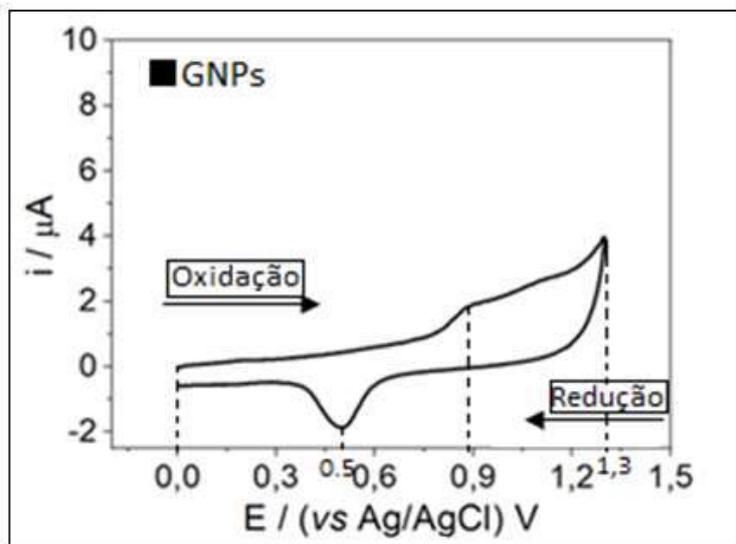
Fonte: Os autores (2019)

3.3 VOLTAMOGRAMA CÍCLICO DE OXIDAÇÃO E REDUÇÃO DAS GNPs

A Figura 11 apresenta os sinais de redução e de oxidação das GNPs. Pode-se observar que a varredura inicia no potencial zero volts e é variado na direção positiva, onde próximo ao 0,9 volts ocorre um pico de oxidação das nanopartículas de ouro. No potencial de + 1,3 volts percebe-se a inversão no sentido de variação, onde na varredura de volta o sinal em torno de 0,5 volts apresenta o potencial de redução das GNPs que oxidaram na varredura de ida.



Figura 11 – Voltamograma cíclico de oxidação e redução das GNPs



Fonte: Os autores (2019)

3.4 VOLTAMOGRAMAS CÍCLICOS DAS GNPs E DA VITAMINA C

A Figura 12 apresenta os voltamogramas cíclicos das GNPs e da vitamina C sobrepostos, onde foi realizado o voltamograma da vitamina C na presença da GNPs.

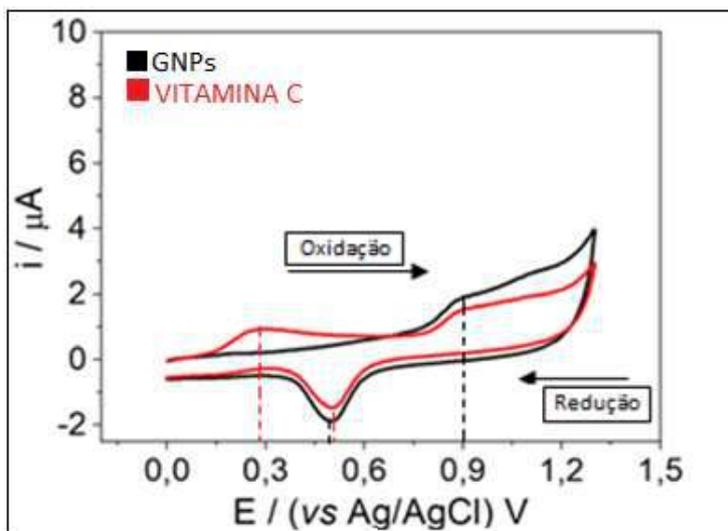
A curva de cor vermelha representa a vitamina C, onde pode-se notar que no ponto próximo a 0,3 volts apresentou sinal de oxidação na varredura de ida e sinal de redução próximo ao ponto 0,6 volts na varredura de volta.

A curva na cor preta representa as GNPs, a qual apresentou sinal de oxidação na varredura de ida no ponto 0,9 volts e redução na varredura de volta próximo ao ponto 0,5 volts.

Levando em consideração que o voltamograma foi obtido na presença das GNPs nota-se que os dois sinais relativos as GNPs, tanto oxidação quanto redução diminuem a intensidade. Isso significa que existe menos GNPs disponível para sofrer a reação de oxirredução, indicando a positiva a interação da vitamina C complexada com as GNPs já que a intensidade do sinal diminui na presença de vitamina C.



Figura 12 – Voltamogramas cíclicos das GNPs e da vitamina C



Fonte: Os autores (2019)

3.5 VOLTAMOGRAMAS CÍCLICOS DA VARIAÇÃO DA QUANTIDADE DE VITAMINA C

A Figura 13 apresenta os voltamogramas cíclicos sobrepostos das GNPs com as adições sucessivas de vitamina C.

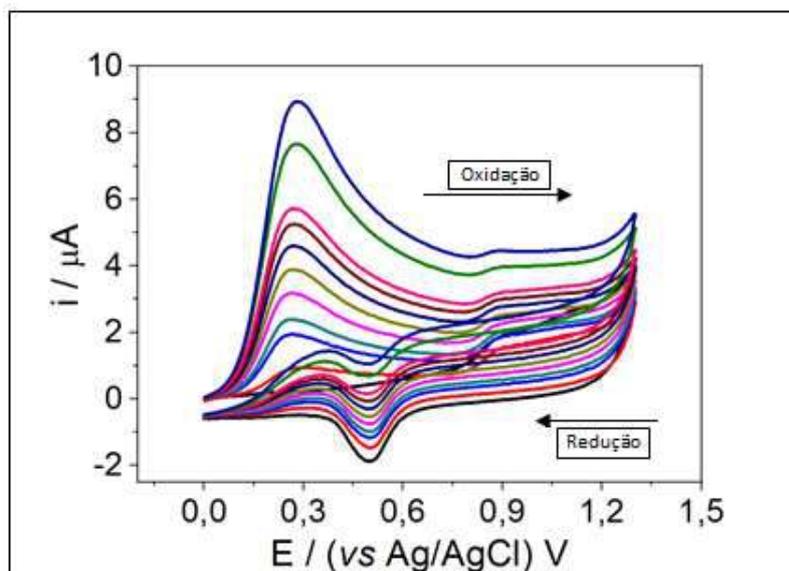
Conforme foram adicionadas sucessivamente quantidades de vitamina C na solução de GNPs, foi evidenciado o aumento do sinal de oxidação da vitamina C, ou seja, se o sinal aumenta é porque existe mais vitamina C disponível no meio para sofrer reação.

Por outro lado, ao mesmo tempo que o sinal de oxidação da vitamina C aumentou, o sinal de redução das GNPs diminuiu, isso significa que existe menos ouro disponível no meio para sofrer reação.

Se a quantidade de vitamina C aumenta e a quantidade de ouro diminui, significa que o ouro está sendo ocupado com a vitamina C, deixando de estar disponível para sofrer a reação já que ele já está complexado com a vitamina C. Por isso, o sinal do ouro diminui conforme as adições da vitamina C.



Figura 13 – Voltamogramas cíclicos da variação da quantidade de vitamina C



Fonte: Os autores (2019)

3.6 CURVA DE CALIBRAÇÃO

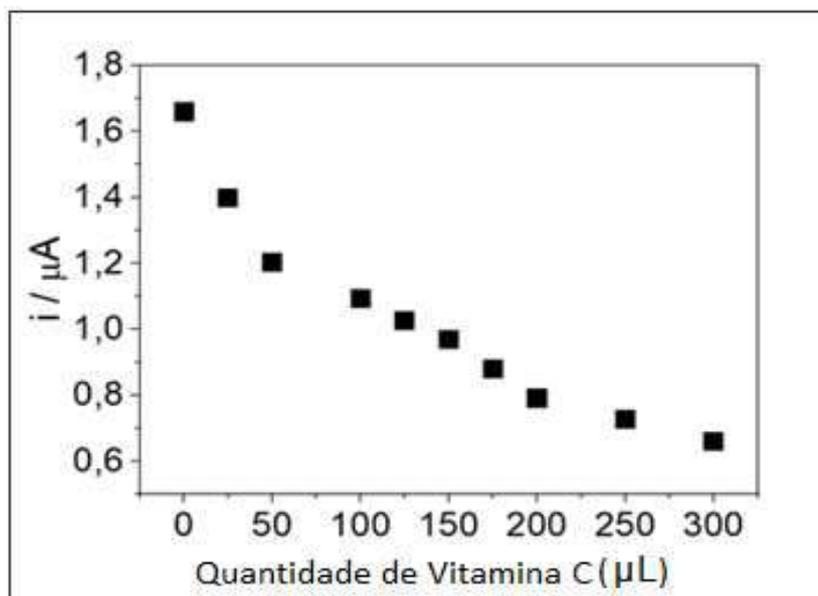
A Figura 14 apresenta a curva de calibração todas as adições sucessivas de vitamina C, iniciando do zero até 300 μL . Através das curvas geradas, pode-se evidenciar a interação favorável entre a vitamina C e as GNPs.

Nas três primeiras adições sucessivas de vitamina C pode-se notar que o sinal do ouro diminui. A partir da quarta adição, entre os volumes de 50 a 200 microlitros de vitamina C o gráfico apresenta uma inclinação linear diferente das iniciais, isso significa que a partir dos 50 microlitros a quantidade de vitamina C é determinante para a complexação com a GNPs, na qual favorece ainda mais a complexação.

A partir de 200 microlitros a inclinação da curva de calibração muda, indicando a saturação da superfície



Figura 14 - Curva de calibração



Fonte: Os autores (2019)

3.7 COMPLEXAÇÃO DAS GNPs E VITAMINA C

A Figura 15 apresenta a forma com que ocorrem as ligações durante a complexação entre a vitamina C e as GNPs.

As esferas das GNPs contém íons ouro (Au^+) em suas superfícies que estão disponíveis para complexar com algum ligante presente no meio. Como a estrutura da vitamina C é rica em hidroxilas, os oxigênios (O^-) presentes nas mesmas se ligam aos íons ouro (Au^+) presentes nestas superfícies.

Figura 15 – Complexação entre as GNPs e a vitamina C



Fonte: Os autores (2019)



4 CONCLUSÃO

Conclui-se que tanto o objetivo geral, de avaliar a interação entre as nanopartículas de ouro e a vitamina C, como os objetivos específicos foram cumpridos no término deste trabalho.

A síntese das GNPs de 10 nm realizada em laboratório teve resultado satisfatório. O método descrito por Turkevich foi seguido detalhadamente, gerando a coloração referente as dimensões de 10 nm, a qual foi necessária para execução das etapas seguintes.

Os voltamogramas gerados das GNPs, da vitamina C e da solução contendo a mistura da GNPs e da vitamina C puderam comprovar de forma satisfatória a interação entre os dois componentes. Levando em consideração que as moléculas de vitamina C possuem muitos grupos hidroxilas com oxigênios, estes se complexaram com os íons Au⁺ presentes na superfície das nanopartículas de ouro.

Sendo assim, conclui-se de forma positiva que o objetivo de complexar as nanopartículas de ouro e a vitamina C foi alcançado.

REFERÊNCIAS

ABIHPEC. **ANUÁRIO 2012: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS.** 2012. Disponível em: <https://www.abihpec.org.br/wp-content/uploads/2012/12/ABIHPEC_2012_internet.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2018.

BIANCHI, Maria de Lourdes Pires; ANTUNES, Lusânia Maria Greggi. **RADICAIS LIVRES E OS PRINCIPAIS ANTIOXIDANTES DA DIETA.** Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rn/v12n2/v12n2a01.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2018. BARBA,

FRIES, Aline Taís; FRASSON, Ana Paula Zanini. **AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE COSMÉTICOS ANTI-IDADE.** Disponível em: <<https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoesaude/article/view/1474>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

KLETSAS, Dimitris et al. **Geriatrics PFibroblast responses to exogenous and autocrine growth factors relevant to tissue repair. The effect of aging.** Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/12407773_Fibroblast_responses_to_exogenous_and_a_utocrine_growth_factors_relevant_to_tissue_repair_The_effect_of_aging>. Acesso em: 02 dez. 2018.



MAIO, Maurício de. **Tratado de Medicina Estética**. 2. ed. São Paulo: Roca, 2011. 3 v.

MARTINS, Lemyr. Estudo da flotação de minério silicatado de zinco sem a etapa de deslamagem. **Biblioteca Digital**, Minas Gerais, p.1-63, 28 jun. 2007.

ORIÁ, Reinaldo B.. **Estudo das alterações relacionadas com a idade na pele humana, utilizando métodos de histo-morfometria e autofluorescência**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abd/v78n4/16901.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

OST, Alan. **SAIBA QUAIS SÃO AS 3 FASES DO ENVELHECIMENTO DA PELE E DESCUBRA AS SUAS PRINCIPAIS CAUSAS**. Disponível em: <https://www.dermaclub.com.br/noticia/saiba-qua-is-sao-as-3-fases-do-envelhecimento-da-pele-e-descubra-as-suas-principais-causas_a755/1>. Acesso em: 02 dez. 2018.

PAPALEO, Matheus. **Geriatría - Fundamentos, Clínica e Terapêutica**. Rio de Janeiro: Atheneu, 2005.

PERRICONE, Nicholas. **O FIM DAS RUGAS**. New Haven: Campus, 2001. 192 p.

PESSOLE, Maria de Lourdes et al. **O processo de cicatrização influenciado pelo hipotireoidismo e pelo envelhecimento: estudo da cicatrização de anastomoses intestinais, em ratos**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-86502005000700020&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 02 dez. 2018.

S. GUTERRES, Silvia, R. POHLMANN, Adriana, C. KÜLKAMP-GUERREIRO, Irene, EMANUELLI, Juliana, M. DAUDT, Renata. **A nanotecnologia como estratégia para o desenvolvimento de cosméticos**. Ciência Cultura. São Paulo.vol.65 n.3. pág.1 Jul.2013.

SANSON, Mariane Aparecida Savi. **AVALIAÇÃO DO PERFIL CITOTÓXICO E POTENCIAL ANTI-INFLAMATÓRIO DE NANOPARTÍCULAS DE OURO**. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Odontologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2016.

SANTANA, Regiane Cristina Moi Cunha. **Envelhecimento do sistema tegumentar: revisão sistemática da literatura**. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22132/tde-18052004-103619/pt-br.php>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

SCOTTI, Luciana et al. **Modelagem molecular aplicada ao desenvolvimento de moléculas com atividade antioxidante visando ao uso cosmético**. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcf/v43n2/01.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

SEBRAE. **COSMÉTICOS À BASE DE PRODUTOS NATURAIS**. 2008. Disponível em: <http://www.funcex.org.br/material/redemercosul_bibliografia/biblioteca/ESTUDOS_BRASIL/BRA_167.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2018.

SILVA, Jampa. **Os Benefícios do Ouro na saúde**. Disponível em: <<http://vidamineral.com.br/os-beneficios-do-ouro-na-saude/>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

SIQUEIRA, Renata Lopes de. **A velhice: algumas considerações teóricas e conceituais**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232002000400021&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 02 dez. 2018.

SHMIDTT, Alexandra; OLIVEIRA, Claudete. **O MERCADO DA BELEZA E SUAS CONSEQUÊNCIAS**. 2018. 15 f. Monografia (Especialização) - Curso de Cosmetologia e Estética, Universidade do Vale do Itajaí, Balneário Camboriú, 2018



SOARES, Fernanda Rister Lemos. **REPARAÇÃO DE FERIDAS CUTÂNEAS TRATADAS COM VITAMINA C, LASER E A ASSOCIAÇÃO DE VITAMINA C E LASER: Estudo histológico em ratos.** Disponível em: <<http://www.unimar.com.br/pos/trabalhos/arquivos/458644220457905904ca832006a6b5d7.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

TEIXEIRA, Manoel Jacobsen; FIGUEIRO, Joao Augusto Bertuol. **Dor: epidemiologia, fisiopatologia, avaliação, síndromes dolorosas e tratamento.** São Paulo: Grupo Editorial Moreira Jr, 2001.

TURKEVICH, John; STEVENSON, Peter Cooper; HILLIER, James. A study of the nucleation and growth processes in the synthesis of colloidal gold. **Discussions Of The Faraday Society**, [s.l.], v. 11, p.55-75, 1951. Royal Society of Chemistry (RSC). <http://dx.doi.org/10.1039/df9511100055>.

TURRI, Daisy Frazzatto; SOUZA, Alison Walvy de. **TRATAMENTO DO ENVELHECIMENTO CUTÂNEO, ATRAVÉS DA APLICAÇÃO TÓPICA DA VITAMINA C E SEUS DERIVADOS.** Disponível em: <<http://tcconline.utp.br/media/tcc/2017/05/TRATAMENTO-DO-ENVELHECIMENTO-CUTANEO.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

VANNUCCHI, Helio; ROCHA, Marcele de Moraes. **FUNÇÕES PLENAMENTE RECONHECIDAS DE NUTRIENTES ÁCIDO ASCÓRBICO (VITAMINA C).** **Internacional Life Sciences Institute Brasil: Força-tarefa Alimentos Fortificados e Suplementos Comitê de Nutrição**, São Paulo, v. 21, p.1-12, 2012.

Yan W, Petkov V, Mahurin SM, Overbury SH, Dai S. **Powder XRD analysis and catalysis characterization of ultra-small gold nanoparticles deposited on titania-modified SBA-15.** *Catalysis Communications*. 2005; 6(6):404-08.

WEALCLINIC. **Firmeza e tonus para a sua pele.** Disponível em: <<http://www.wealclinic.com/tonus-cutaneo.php>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

WONG, Laura Rodríguez. **O rápido processo de envelhecimento populacional do Brasil: sérios desafios para as políticas públicas.** Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbepop/v23n1/v23n1a02.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

WU, Libo; ZHANG, Jian; WATANABE, Wiwik. Physical and chemical stability of drug nanoparticles. **Advanced Drug Delivery Reviews**, [s.l.], v. 63, n. 6, p.456-469, maio 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.addr.2011.02.001>.

ZAMPIER, Claudinéia; LUBI, Neiva Cristina. **OS BENEFÍCIOS DA VITAMINA C NA MELHORA DO ASPECTO DA PELE ENVELHECIDA.** Disponível em: <<http://tcconline.utp.br/media/tcc/2017/05/OS-BENEFICIOS-DA-VITAMINA-C-NA-MELHORA-DO-ASPECTO-DA-PELE-ENVELHECIDA.pdf>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

ZANELLA, Daniele Pagliari. **A Eficácia Do Eletrolifting Em Rugas Periorbitais Em Mulheres de 50 a 60 Anos.** Disponível em: <<https://www.scribd.com/document/166353681/H-a-Eficacia-Do-Eletrolifting-Em-Rugas-Periorbitais-Em-Mulheres-de-50-a-60-Anos>>. Acesso em: 02 dez. 2018.

ZUCCARELLO, Vitellaro. **Stereological analysis of collagen and elastic fibers in the normal human dermis: variability with age, sex, and body region.** Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8154602>>. Acesso em: 02 dez. 2018.



BALANÇO DE MASSA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ÁCIDO CLORÍDRICO A PARTIR DE ÁCIDO SULFÚRICO E CLORETO DE SÓDIO

Jaine Schmidt^{1*}, Milena Tremi², Samara C. Branco³, Rogerio Araujo⁴

¹Unisociesc, Engenharia Química – jaine.schmidtt@gmail.com

²Unisociesc, Engenharia Química – milena_tremi@hotmail.com

³Unisociesc, Engenharia Química – samarah_cristina@hotmail.com

⁴Unisociesc, Engenharia Química - araujo@unisociesc.com.br

RESUMO: O presente trabalho tem como objetivo o cálculo da quantidade de matéria prima necessária para a obtenção de 1 tonelada de ácido clorídrico, por meio do balanço de massa. O método de produção escolhido foi o processo de Mannheim, utilizado na indústria química, caracterizado, basicamente, pela reação entre o ácido sulfúrico e o cloreto de sódio, que são aquecidos em um forno, levando com formação de cloreto de hidrogênio e o sulfato de sódio. Para cada etapa descrita no trabalho, foram detalhados os cálculos de balanço de massa, juntamente com uma tabela com informações pertinentes. A taxa de conversão foi estipulada com base na literatura para fins de cálculo. O fluxograma elaborado pelo grupo, exhibe detalhadamente todos os reagentes que entram e saem de cada parte do processo, mostrando também, uma possível corrente de reciclo. No final dos cálculos, concluiu-se que se precisa de 1748,51 kg de cloreto de sódio e 2497,76 kg de ácido sulfúrico para atingir a meta de produção estipulada.

INTRODUÇÃO

O cloreto de hidrogênio foi descoberto por volta do século IX, pelo alquimista islâmico Jabir Ibn Hayyan, ao misturar cloreto de sódio com ácido sulfúrico, formando sulfato de sódio e cloreto de hidrogênio na forma de gás, o qual foi absorvido em água pura pela primeira vez por Joseph Priestley, em 1722. Sua produção industrial iniciou-se na Inglaterra, onde teve seu auge durante a revolução industrial, quando as legislações da época proibiam os fabricantes de realizar o descarte indiscriminado do cloreto de hidrogênio na atmosfera, fazendo com que o mesmo fosse absorvido em água. Com o passar dos anos, descobriram-se novas formas de utilização deste ácido, tornando sua escala de produção cada vez maior ⁽¹⁾.

O ácido clorídrico é classificado como um ácido inorgânico forte (pKa é de - 6,3), onde a solução é um líquido incolor ou levemente amarelado com odor forte. O ácido concentrado tem ponto de fusão -25°C , ponto de ebulição 109°C e massa específica $1,19\text{g/cm}^3$. Sua solução



na forma impura é chamada de ácido muriático, onde seu grau industrial é vendido em concentrações entre 27% a 36%.

“Os principais produtores mundiais incluem Dow Chemical Company, com produção de 2 toneladas/ano, Formosa Plastics (FMC), Georgia Gulf Corporation, Tosoh Corporation, Akzo Nobel, e Tessenderlo com produção de 0,5 a 1,5 toneladas/ano cada uma. A produção mundial é estimada em 20 milhões de toneladas/ano”⁽²⁾.

Apesar do ácido clorídrico não ser fabricado em grandes quantidades como o ácido sulfúrico, é um produto químico de igual importância. O maior consumidor de ácido clorídrico é a indústria de metais, que consome cerca de 47% de todo ácido vendido. Em seguida estão as indústrias química e farmacêutica com 33%, a indústria de alimentos com 7%, 6% para a acidificação do petróleo cru e 7% para fins diversos⁽¹⁾.

Sua síntese industrial pode ser feita a partir de quatro fontes principais: por síntese direta, onde o ácido clorídrico é obtido pela combustão do hidrogênio na presença de cloro; via subprodutos da cloração de compostos orgânicos, produzindo uma reação altamente exotérmica, inviabilizando o processo devido ao controle rigoroso das temperaturas; pela reação do tipo Hargreaves, a qual costuma ser evitada devido seus impactos ambientais e pelo método de Mannheim, onde se utiliza a reação entre o ácido sulfúrico e o cloreto de sódio, levando a formação de cloreto de hidrogênio e o sulfato de sódio, a qual será abordada neste projeto⁽²⁾.

O presente trabalho tem como objetivo o cálculo da quantidade de matéria prima necessária para a obtenção de 1 tonelada de ácido clorídrico, por meio do balanço de massa, o qual irá se fundamentar nos princípios do processo de Mannheim para sua sintetização.

PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO ÁCIDO CLORÍDRICO

O processo de Mannheim se caracteriza de acordo com a reação entre cloreto de sódio e o ácido sulfúrico gerando o ácido clorídrico e o sulfato de sódio como subproduto, segundo a reação demonstrada abaixo.



A sintetização se inicia com a adição dos reagentes no forno de Mannheim, o qual é caracterizado por uma mufla em ferro fundido, que contém em suas extremidades, duas peças em forma de prato, homogeneizando o meio e operando a uma temperatura de

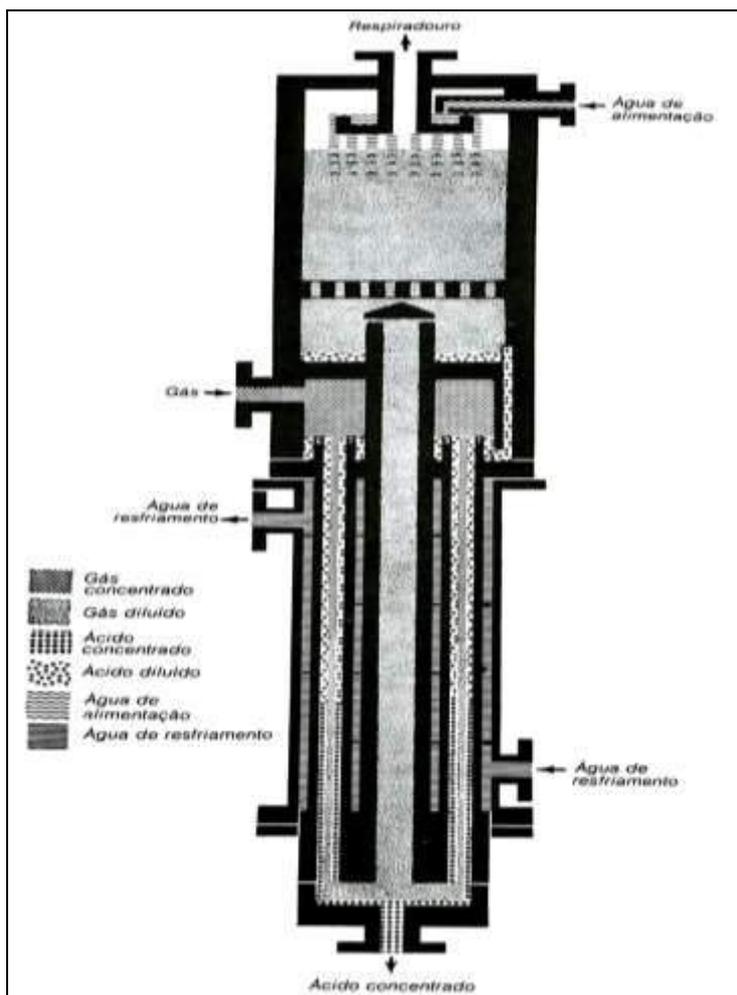


538°C (1000°F). Utiliza-se esta temperatura devido a reação entre cloreto de sódio e o ácido sulfúrico ser endotérmica, ou seja, fazendo-se necessário uma fonte de calor para sua ativação ⁽¹⁾.

Ao final da reação, forma-se como subproduto uma torta de sulfato de sódio, a qual é depositada ao fundo do forno. O gás cloreto de hidrogênio quente formado nesse processo encontra-se contaminado por gotículas de ácido sulfúrico e partículas de sulfato, as quais são transferidas através de um duto até o resfriador.

Com o resfriamento concluído o gás é transferido através de uma torre de coque, composta por poros que irão absorver por meio de arraste as gotículas impuras, purificando o cloreto de hidrogênio gasoso. Com a purificação concluída, o gás é conduzido ao resfriador absorvedor de Karbate, conforme observado na Figura 1.

Figura 1: Diagrama do resfriador absorvedor de Karbate



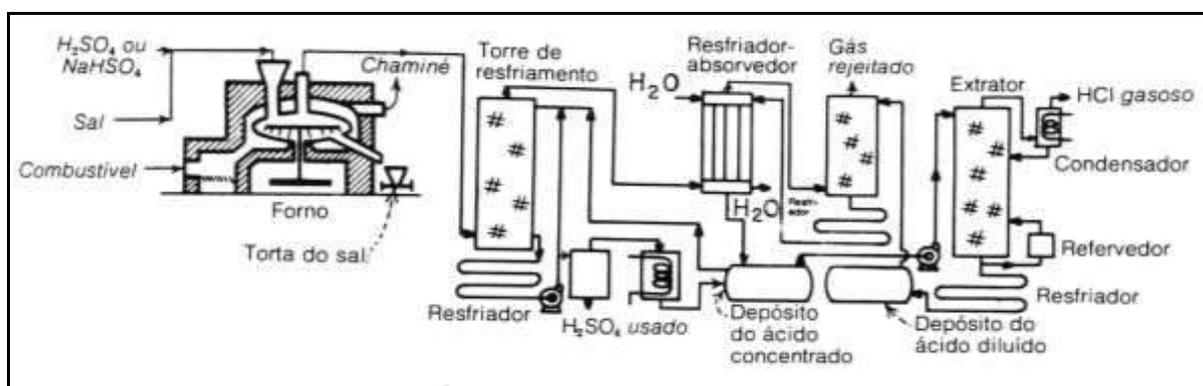
Fonte: SHREEVE e BRINK Jr. (1997)



A entrada do gás é feita na parte inferior do equipamento, e na parte superior existe a alimentação por gotículas de água em suspensão, formando uma “chuva ácida” devido a contra corrente entre ambos, condensando o ácido clorídrico concentrado no fundo do resfriador absorvedor de Karbate, sendo coletado por dutos para posterior reprocesso ou armazenamento.

O processo completo descrito anteriormente pode ser acompanhado na Figura 2, a qual esboça o processo produtivo do ácido clorídrico.

Figura 2: Fluxograma da produção de ácido clorídrico



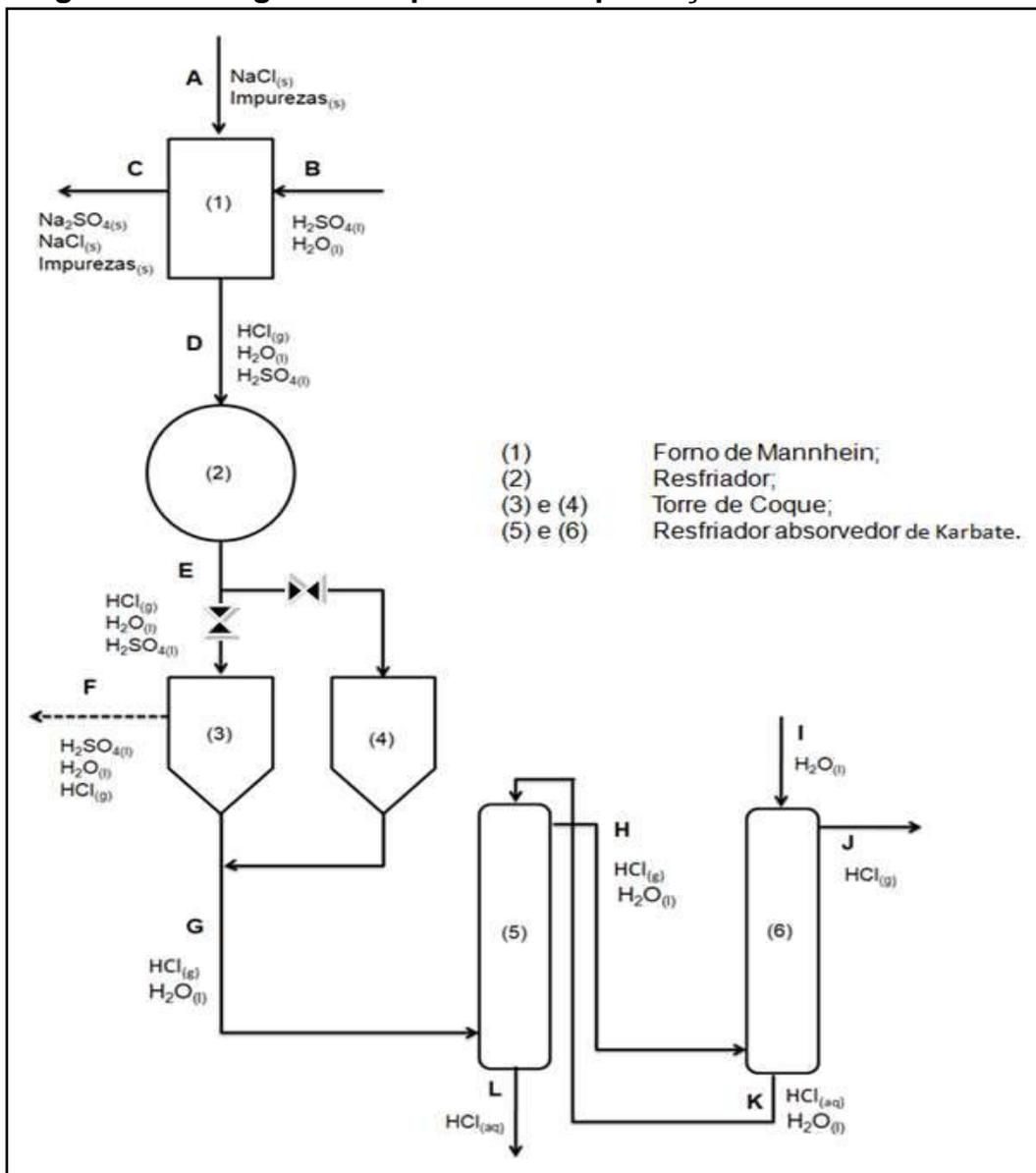
Fonte: SHREEVE e BRINK Jr. (1997)

Com o processo industrial finalizado, o produto é armazenado em tanques de fibra de vidro ou PVC e o produto fracionado é comercializado em embalagens de vidro âmbar, recomendado por conta da sua proteção contra a radiação ultravioleta. Devido sua facilidade de produzir gases inflamáveis, como o H_2 , ao entrar em contato com metais, torna-se inapropriado seu armazenamento em recipientes metálicos ⁽²⁾.

Baseando-se nos conceitos teóricos já citados, elaborou-se um fluxograma simplificado do processo de produção em escala industrial do ácido clorídrico, fundamentado nas definições de Mannheim, o qual é apresentado na Figura 3.



Figura 3: Fluxograma simplificado de produção de ácido clorídrico



Fonte: Os autores (2018)

A partir do fluxograma, torna-se possível efetuar os cálculos de balanço relacionados a cada etapa, para posteriormente realizar o balanço estequiométrico de todo processo. Sendo assim, obtendo a quantidade de insumos necessários para a produção de 1 tonelada de ácido clorídrico.

BALANÇO ESTEQUIOMÉTRICO



Forno de Mannheim

No Forno de Mannheim inicialmente foi atribuída a base de 100 kg para a corrente de entrada do cloreto de sódio (NaCl) e impurezas (I). Além disso, foi estipulada a entrada de ácido sulfúrico (H₂SO₄) com o excesso de 70% e conversão de 98% do reagente limitante (NaCl), para a reação de fabricação do gás cloreto de hidrogênio (HCl) através do cloreto de sódio e ácido sulfúrico.

Com estas informações estipuladas, iniciaram-se os cálculos para se obter o balanço por componentes da primeira etapa deste processo. Primeiramente foram utilizadas as equações de número de mols requeridos (Eq. 1) para posteriormente se utilizar a equação de porcentagem em excesso (Eq. 2), necessária para a determinação do número de mols de ácido sulfúrico na corrente B.

$$n_{\text{Requerido}(X)} = n_{\text{Reage com } (X)} \times V$$

(1)

$$\% \text{ excesso} = \frac{n_{\text{Alimentado}} - n_{\text{Requerido}}}{n_{\text{Requerido}}} \times 100$$

(2)

Dados:

n: número de mols

V: coeficiente estequiométrico

% excesso: porcentagem de reagente em excesso

Base da corrente A= 100 kg

$$n^A_{\text{NaCl}} = 1,624 \text{ kg mol}$$

$$n^A_{\text{I}} = 0,04 \text{ kg mol}$$



Número de mols requeridos de H_2SO_4

$$n_{req}(H_2SO_4) = n_{NaCl}^A \times V_{NaCl}$$

$$n_{req}(H_2SO_4) = 1,624 \times (1/2)$$

$$n_{req}(H_2SO_4) = 0,812 \text{ kg mol}$$

Número de mols de H_2SO_4 na corrente

B

$$\% \text{ excesso} = \frac{n_{H_2SO_4}^B - n_{req}H_2SO_4}{n_{req}H_2SO_4} \times 100$$

$$70 = \frac{n_{H_2SO_4}^B - 0,812}{0,812} \times 100$$

$$n_{H_2SO_4}^B = 1,38 \text{ kg mol}$$

Converteram-se através da Equação 3 o número de mols encontrado em massa de H_2SO_4 . Após isto, utilizou-se esta informação para descobrir as vazões molares na corrente B (Eq. 4), visto que o ácido sulfúrico utilizado possui uma concentração de 98%.

$$m = n \times MM \tag{3}$$

$$m = \text{Corrente} \times \% \text{ Concentração} \tag{4}$$

Dados:

m: massa de reagente

n: número de mols

MM: massa molar

Corrente: vazões de entrada ou saída

% Concentração = concentração do reagente

Conversão de mols para massa de H_2SO_4

$$m_{H_2SO_4} = n_{(H_2SO_4)} \times MM$$

$$m_{H_2SO_4} = 1,38 \times 98,1$$

$$m_{H_2SO_4} = 135,38 \text{ kg}$$

Vazão da corrente B

$$m_{H_2SO_4} = B \times \%$$

$$135,38 = B \times 0,98$$

$$B = 138,14 \text{ kg}$$



Massa de H₂O na corrente B

$$m_{H_2O} = B \times \%$$

$$m_{H_2O} = 138,14 \times 0,02$$

$$m_{H_2O} = 2,76 \text{ kg}$$

Número de mols de H₂O na corrente B

$$n_{H_2O}^B = \frac{m}{MM}$$

$$n_{H_2O}^B = \frac{2,76}{18}$$

$$n_{H_2O}^B = 0,15 \text{ kg mol}$$

Através da equação de conversão (Eq. 5) determinou-se a extensão da reação, considerando uma Conversão de 98% do reagente limitante, que posteriormente foi utilizada para se calcular o balanço por componentes (Eq. 6) da primeira etapa do processo.

$$f = \frac{-\xi \times V}{n_i^{\text{Inicial}}} \quad (5)$$

$$n_i^{\text{Final}} = n_i^{\text{Inicial}} + \xi \times V \quad (6)$$

Dados:

f: conversão

V: coeficiente estequiométrico

ξ : extensão da reação

n_i : número de mols

Extensão da reação

$$f = \frac{-\xi \times V}{n_{NaCl}^A}$$

$$0,98 = \frac{-\xi \times (-2)}{1,624}$$

$\xi = 0,79 \text{ kg mol reagindo}$



Balanço por componente

NaCl $n_{\text{NaCl}}^{\text{C}} = n_{\text{NaCl}}^{\text{A}} + \xi \times V$

$$n_{\text{NaCl}}^{\text{C}} = 1,624 + 0,79 \times (-2)$$
$$n_{\text{NaCl}}^{\text{C}} = 0,04 \text{ kg mol}$$

H₂O $n_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{D}} = n_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{B}} + \xi \times V$

$$n_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{D}} = 0,15 + 0,79 \times (0)$$
$$n_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{D}} = 0,15 \text{ kg mol}$$

H₂SO₄ $n_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{D}} = n_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{B}} + \xi \times V$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{D}} = 1,38 + 0,79 \times (-1)$$
$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{D}} = 0,59 \text{ kg mol}$$

Na₂SO₄ $n_{\text{Na}_2\text{SO}_4}^{\text{C}} =$

$$n_{\text{Na}_2\text{SO}_4}^{\text{A}} + n_{\text{Na}_2\text{SO}_4}^{\text{B}} + \xi \times V$$
$$n_{\text{Na}_2\text{SO}_4}^{\text{C}} = 0 + 0 + 0,79 \times (1)$$
$$n_{\text{Na}_2\text{SO}_4}^{\text{C}} = 0,79 \text{ kg mol}$$

HCl $n_{\text{HCl}}^{\text{D}} = n_{\text{H}_2\text{SO}_4}^{\text{B}} + n_{\text{Na}_2\text{SO}_4}^{\text{B}} + \xi \times V$

$$n_{\text{HCl}}^{\text{D}} = 0 + 0 + 0,79 \times (2)$$
$$n_{\text{HCl}}^{\text{D}} = 1,59 \text{ kg mol}$$



Os valores encontrados pelo balanço de componentes podem ser observados na Tabela 1, com suas devidas conversões mássicas.

Tabela 01 – Forno de Mannheim

	Entrada		Saída	
	ni (kgmol)	mi (kg)	ni (kgmol)	mi (kg)
NaCl	1,62	94,77	0,04	2,34
Impurezas	0,04	5,08	0,04	5,08
H ₂ SO ₄	1,38	135,38	0,59	57,88
H ₂ O	0,15	2,7	0,15	2,7
Na ₂ SO ₄	-	-	0,79	112,26
HCl	-	-	1,58	57,67
Total		237,93		237,93

Fonte: Os autores (2018)

Resfriador

Nesta etapa não há alteração nas propriedades químicas das correntes, apenas uma diminuição de temperatura. Portanto assume-se que as composições das correntes D e E sejam as mesmas, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 02 – Resfriador

	Entrada		Saída	
	ni (kgmol)	mi (kg)	ni (kgmol)	Mi (kg)
H ₂ SO ₄	0,59	57,88	0,59	57,88
H ₂ O	0,15	2,7	0,15	2,7



HCl	1,58	57,67	1,58	57,67
Total		118,25		118,25

Fonte: Os autores (2018)

Torre de Coque

A torre de coque tem como função reter as partículas de resíduos que são levadas por meio de arraste, onde neste processo em questão, será a contaminação de ácido sulfúrico ainda presente. No processo, foi adicionada uma segunda torre de coque utilizada quando há a necessidade da troca ou manutenção do revestimento do equipamento. Os valores estipulados, notados na Tabela 3, levam em consideração uma pequena fração de perda de água e ácido clorídrico, dos quais são $n_{H_2O}^L = 0,05 \text{ kg mol}$ e $n_{HCl}^L = 0,08 \text{ kg mol}$.

Tabela 03 – Torre de coque

	Entrada		Saída			
			Retido		Liberado	
	ni (kgmol)	mi (kg)	ni (kgmol)	mi (kg)	ni (kgmol)	mi (kg)
H ₂ SO ₄	0,59	57,88	0,59	57,88	-	-
H ₂ O	0,15	2,7	0,05	0,9	0,10	1,8
HCl	1,58	57,67	0,08	2,92	1,50	54,75
				61,7		56,55
Total		118,25				118,25

Fonte: Os autores (2018)

Resfriador absorvedor de Carbato

Nesta etapa o objetivo principal é absorver em água todo o gás cloreto de hidrogênio formado no processo, porém, partiu-se do princípio que a primeira torre do absorvedor seria



responsável por 60% da absorção do ácido clorídrico da corrente G e o restante seria concluído por meio de reciclo com a segunda torre, a qual irá dispensar por meio da corrente J, 1% do gás cloreto de hidrogênio residual que não foi absorvido.

Em rótulos, as porcentagens apresentadas são mássicas, mas para fins de cálculos utiliza-se a porcentagens molares, onde dimensionou-se a composição da corrente L, o qual se encontra o produto esperado, estipulou-se uma base de 100 kg, como pode ser visto na Tabela 4.

Tabela 04 – Resfriador absorvedor de Karbate

	m (kg)	MM (kg/mol)	n _i (mol)	% mol
HCl	38	36,5	1,04	23,21
H ₂ O	62	18	3,44	76,79
Total	100		4,48	100

Fonte: Os autores (2018)

Para encontrar os valores da composição das correntes I e L, realizou-se o balanço por componente, utilizando um sistema que engloba as duas torres do resfriador absorvedor de Karbate (Eq. 7), assim como a relação com a equação da fração molar (Eq. 8).

$$n_{(x)}^{\text{Saída}} = n_{(x)}^{\text{Entrada}} \quad (7)$$

$$\% \text{ mol}_{(x)} = \frac{n_{(x)}^{\text{Saída}}}{\text{Corrente de Saída}} \quad (8)$$

Dados:

$n_{(x)}^{\text{Saída}}$: número de mols que sai

$\% \text{ mol}_{(x)}$: facção molar

$n_{(x)}^{\text{Entrada}}$: número de mols que entra

Corrente de Saída: vazão de saída



Sistema Torre do Resfriador Absorvedor de Carbato 1 e 2

Balço por Componente de HCl

$$\underline{\text{HCl}} \quad n_{\text{HCl}}^J + n_{\text{HCl}}^L = n_{\text{HCl}}^G + n_{\text{HCl}}^I$$

$$0,015 + n_{\text{HCl}}^L = 1,5$$

$$n_{\text{HCl}}^L = 1,485 \text{ kgmol}$$

Vazão da corrente L

$$\% \text{ mol}_{\text{HCl}} = \frac{n_{\text{HCl}}^L}{L}$$

$$L = \frac{1,485}{0,2321}$$

$$L = 6,398 \text{ kg mol}$$

Número de Mols de H₂O na corrente L

$$n_{\text{H}_2\text{O}}^L = L \times \% \text{ mol}_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}}^L = 6,398 \times 0,7679$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}}^L = 4,913 \text{ kg mol}$$

Balço por Componente de H₂O

$$\underline{\text{H}_2\text{O}} \quad n_{\text{H}_2\text{O}}^L = n_{\text{H}_2\text{O}}^G + n_{\text{H}_2\text{O}}^I$$

$$4,913 = 0,1 + n_{\text{H}_2\text{O}}^I$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}}^I = 4,813 \text{ kgmol}$$

Após encontrar as composições das correntes I e L, realizou-se o balanço por componente da torre do resfriador absorvedor de Carbato 1.

Sistema Torre do Resfriador Absorvedor de Carbato 1

Balanço por Componente de HCl

$$\underline{\text{HCl}} \quad n_{\text{HCl}}^{\text{H}} + n_{\text{HCl}}^{\text{L}} = n_{\text{HCl}}^{\text{G}} + n_{\text{HCl}}^{\text{K}}$$

$$0,6 + 1,485 = 1,5 + n_{\text{HCl}}^{\text{K}}$$

$$n_{\text{HCl}}^{\text{K}} = 0,585 \text{ kg mol}$$

A fim de obter melhores rendimentos no processo de absorção, admitiu-se que a corrente K do resfriador absorvedor da Karbate da torre 2, possui uma fração molar de ácido clorídrico de 0,1 demonstrados abaixo.

Sistema Torre do Resfriador Absorvedor de Karbate 2

Vazão da corrente K

$$\% \text{ mol}_{\text{HCl}} = \frac{n_{\text{HCl}}^{\text{K}}}{K}$$

$$K = \frac{0,585}{0,1}$$

$$K = 5,85 \text{ kg mol}$$

Número de Mols de H₂O na corrente K

$$n_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{K}} = K \times \%$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{K}} = K \times 0,9$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{K}} = 5,265 \text{ kg mol}$$

Balanço por Componente de H₂O

$$\underline{\text{H}_2\text{O}} \quad n_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{K}} = n_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{H}} + n_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{L}}$$

$$5,265 = n_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{H}} + 4,813$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{H}} = 0,452 \text{ kg mol}$$



Os valores encontrados pelo sistema geral das torres do resfriador absorvedor de Karbate 1 e 2, estão descritos na Tabela 5 e o balanço dos componentes obtidos pelo sistema da torre do resfriador absorvedor de Karbate 1, pode ser observado na Tabela 6, com as devidas conversões mássicas.

Tabela 05 – Resfriador absorvedor de Karbate (Sistema das Torres 1 e 2)

	Entrada		Saída	
	ni (kg mol)	mi (kg)	ni (kg mol)	mi (kg)
HCl	1,50	54,75	1,50	54,75
H ₂ O	4,91	88,38	4,91	88,38
Total		143,13		143,13

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 06 – Resfriador absorvedor de Karbate (Sistema da Torre 1)

	Entrada		Saída	
	ni (kgmol)	mi (kg)	ni (kgmol)	mi (kg)
HCl	2,08	75,92	2,08	75,92
H ₂ O	5,36	96,48	5,36	96,48
Total		172,40		172,40

Fonte: Os autores (2018)

Como o problema proposto é saber a quantidade de insumos necessários para a produção de 1 tonelada de ácido clorídrico, calculou-se um fator de conversão para ser aplicado a cada quantidade do balanço de massa a fim de solucionar o problema. O cálculo do fator de conversão foi elaborado primeiramente convertendo o número de mols em massa (Eq. 3) e após esta etapa, se aplicou a regra de três números conhecidos, conforme descrito a seguir.



Massa de HCl produzido

$$m_{\text{HCl}}^L = n_{\text{HCl}}^L \times MM$$

$$m_{\text{HCl}}^L = 1,485 \times 36,5$$

$$m_{\text{HCl}}^L = 54,20 \text{ kg}$$

Fator de correção

100 kg da Corrente A → 54,20 kg de HCl

X kg da Corrente A → 1000 kg de HCl

X = 1845,02 kg da corrente A

Fator de correção: 18,45 a kg

Nas Tabelas de 7 à 11, são demonstradas as conversões de massa durante as etapas da produção de uma tonelada de ácido clorídrico via processo de Mannheim.

Tabela 07 – Forno de Mannheim

	Entrada		Saída	
	ni (kg mol)	m (kg)	ni (kg mol)	m (kg)
NaCl	29,89	1748,51	0,74	43,17
Impurezas	0,74	93,73	0,74	93,73
H ₂ SO ₄	25,46	2497,76	10,88	1067,89
H ₂ O	2,77	49,81	2,77	49,81
Na ₂ SO ₄	-	-	14,57	2071,20
HCl	-	-	29,15	1064,01
Total		4389,81		4389,81



Fonte: Os autores (2018)

Tabela 08 – Resfriador

	Entrada		Saída	
	ni (kgmol)	m (kg)	ni (kgmol)	m (kg)
H ₂ SO ₄	10,88	1067,89	10,88	1067,89
H ₂ O	2,77	49,81	2,77	49,81
HCl	29,15	1064,01	29,15	1064,01
Total		2181,71		2181,71

Fonte: Os autores (2018)

Tabela 09 – Torre de Coque

	Entrada		Saída			
			Retido		Liberado	
	ni (kg mol)	m (kg)	ni (kg mol)	m (kg)	ni (kg mol)	m (kg)
H ₂ SO ₄	10,88	1067,89	10,88	1067,89	-	-
H ₂ O	2,77	49,81	0,92	16,60	1,84	33,21
HCl	29,15	1064,01	1,47	53,87	27,67	1010,14
				1138,36		1043,35
Total		2181,71				2181,71

Fonte: Os autores (2018)



Tabela 10 – Absorvedor de Karbate (Sistema Torre de Karbate 1)

	Entrada		Saída	
	ni (kg mol)	mi (kg)	ni (kg mol)	mi (kg)
HCl	38,37	1400,72	38,37	1400,72
H ₂ O	98,89	1780,06	98,89	1780,06
Total		3180,78		3180,78

Fonte: Os autores (2018)

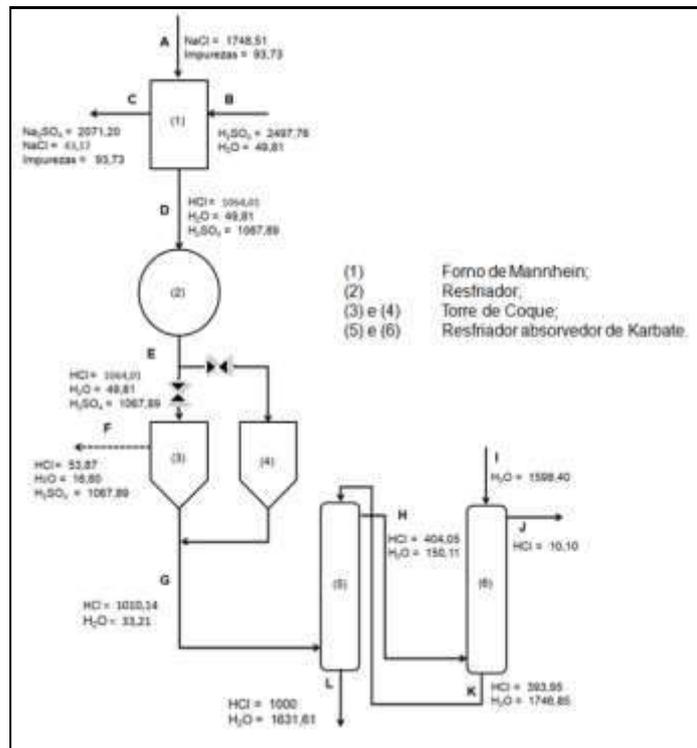
Tabela 11 – Absorvedor de Karbate(Sistema Torre de Karbate 2)

	Entrada		Saída	
	ni (kg mol)	mi (kg)	ni (kg mol)	mi (kg)
HCl	11,07	404,05	11,07	404,05
H ₂ O	97,05	1746,85	97,05	1746,85
Total		2150,90		2150,90

Fonte: Os autores (2018)

Com isso, segue abaixo o fluxograma com as quantidades de insumos necessárias para a produção de 1 tonelada de ácido clorídrico. Os valores representados no fluxograma estão na unidade de massa, quilograma (kg).

Figura 4 - Fluxograma da produção de ácido clorídrico com quantidades de entrada e saída em quilograma



Fonte: Os autores (2018)

CONCLUSÃO

O desafio deste projeto foi solucionar o problema: “Qual a quantidade de insumos necessários e a quantidade de subprodutos e resíduos obtidos na produção de 1 tonelada de ácido clorídrico concentrado”. O mesmo teve como base os cálculos estequiométricos, com a orientação do professor, estipulou-se uma base de 100 kg para uma das correntes de entrada, a fim de iniciar os cálculos de balanço de massa e uma conversão de 98% para o reagente em excesso (H₂SO₄).

Durante os cálculos, obteve-se as seguintes quantidades de insumos necessários para obtenção de 1 tonelada de HCl: 1748,51 kg de cloreto de sódio (NaCl), 93,73 kg de impureza (I), 2497,76 kg de ácido sulfúrico (H₂SO₄) e 49,81 kg de água (H₂O).

Durante a produção são gerados resíduos e subprodutos, no qual se determinou através dos cálculos estequiométricos: 93,73 kg de impureza (I), 2071,20



kg de sulfato de sódio (Na_2SO_4), 43,17 kg de cloreto de sódio (NaCl) e 10,10 kg ácido clorídrico (HCl).

Contudo, verifica-se que há matérias primas utilizadas que são descartadas na forma de subprodutos e resíduos. Onde constatou-se, segundo a resolução CONAMA Nº 316, de 29 de outubro de 2002, art. 43, a escória gerada durante o processo, formada por sulfato de sódio, cloreto de sódio e suas impurezas, não poderá ser descartada antes da comprovação de sua inertização, podendo ser resíduos classe I (perigoso), resíduos classe II (não perigoso, não inerte) e resíduos classe III (não perigoso, inerte). Já o gás cloreto de hidrogênio dispensado na corrente J, pela segunda torre do resfriador absorvedor de Karbate, apresenta 10,10 kg, sendo que o máximo estipulado segundo a resolução CONAMA Nº 316, de 29 de outubro de 2002, art. 38, a concentração para compostos clorados inorgânicos medidos como cloreto de hidrogênio seja abaixo de 1,8 kg/h.

Tomando-se como uma iniciativa de reciclo dos rejeitos gerados no processo, sugere-se que o gás cloreto de hidrogênio dispensado na segunda torre do resfriador absorvedor de Karbate seja borbulhado em uma solução de hidróxido de sódio (NaOH), para a formação de água (H_2O) e do cloreto de sódio (NaCl), que poderá ser purificado e utilizado novamente como matéria prima.

REFERÊNCIAS

SHREEVE, R. Norris; BRINK Jr., Joseph A. ; **Indústrias de Processos Químicos**; Guanabara Dois; Rio de Janeiro; 4a Ed; Rio de Janeiro; 1997.

TOLENTINO, Nathalia M.C.; FOREZI Luana S.M.; "**Ácido Clorídrico (CAS No. 7647-01-0)**." Revista Virtual de Química 6.4 (2014): 1130-1138. Disponível em <<http://rvq.sbq.org.br/imagebank/pdf/v6n4a23.pdf>>. Acesso em: 20 Mar. 2018.

Ministério do meio ambiente, **RESOLUÇÃO Nº 316, DE 29 DE OUTUBRO DE 2002**, 20 Nov. 2002, Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res31602.html>>, Acesso em: 14 Jun. 2018.



PARTICIPAÇÃO DO RECEPTOR TRPA1 VIA ESTRESSE OXIDATIVO NA DOR NEUROPÁTICA OBSERVADA EM UM MODELO DE SÍNDROME DA DOR COMPLEXA REGIONAL TRATADO COM NANOPARTÍCULAS DE OURO

Maria P. Engster¹, Samira D. T. de Prá^{2*}, Alessandra B. Gastaldi³, Daniela D. de Lima⁴, Gabriela K. Ferreira⁵

Email: mariapaula_engster@hotmail.com¹, samiradaltoe5@gmail.com^{2}, gastaldi.ale@gmail.com³, danidelwing@hotmail.com⁴, gabriela.kozuchovski@unisociesc.com.br⁵*

Endereço para correspondência: Sociedade Educacional de Santa Catarina (Unisociesc), R. Albano Schmidt, 3333 – Boa Vista, 89206-001 Joinville (SC), Brasil

RESUMO: A síndrome de dor complexa regional (SDCR) normalmente pode desenvolver-se após o processo de isquemia/reperfusão tecidual desencadeado por várias lesões, como o trauma induzido por fratura óssea. Esta forma de dor é caracterizada por uma dor crônica resistente à terapia padrão, necessitando dessa forma o desenvolvimento de novos tratamentos eficazes e seguros. Portanto o objetivo deste estudo foi avaliar o envolvimento do receptor de potencial transitório anquirina 1 (TRPA1), um canal iônico sensível a substâncias inflamatórias e oxidativas, em um modelo de síndrome da dor complexa regional tratado com nanopartículas de ouro. Para isso, foram utilizados camundongos *Mus musculus*, da linhagem Swiss adultos, machos (20 – 30 g, 60 dias) que foram submetidos ou não a 2 horas de isquemia/reperfusão na pata traseira esquerda usando um torniquete de borracha sob anestesia. Diferentes parâmetros de nocicepção, inflamação e isquemia foram avaliados nos dias 1 a 5 (fase aguda) ou 1 a 17 (fase crônica) após a indução de isquemia/reperfusão para estabelecer o modelo de SDCR em camundongos. A sensibilidade a estímulos mecânicos foi avaliada através do teste de Von Frey, enquanto a alodinia térmica ao frio foi mensurada utilizando uma modificação do método da gota de acetona. Além disso foi administrado aos animais, todos por via intraperitoneal, nanopartículas de ouro avaliando dose-resposta nas doses de 22,0mg/L, 7,0 mg/L e 2,5 mg/L, com solução salina (NaCl 0.9%). Assim, foi possível observar que o modelo de SDCR em camundongos causou, nas fases aguda ou crônica, alodinia mecânica e ao frio. Ainda, o uso de nanopartículas de ouro em diferentes doses mais altas com o tratamento apresentou resultados significativos tanto no efeito anti-alodínico mecânico quanto térmico. A hipersensibilidade mecânica e ao frio foi revertida pelo uso nanopartícula de ouro em um modelo dor induzida por meio de isquemia/reperfusão em camundongos durante a fase crônica mostrando potencial antinociceptivo. Por fim, a nanopartícula de 7,0mg/L e 22,0mg/L apresentaram resultados mais satisfatórios dentre as concentrações utilizadas. Concluiu-se que o uso de nanopartículas de ouro no tratamento de mecanismos de dor neuropática no modelo de SDCR apresentou resultados positivos, podendo ser amplamente explorado na investigação de mecanismos para tratamento de dor neuropática na SDCR.



INTRODUÇÃO

A capacidade de detectar estímulos nocivos é essencial para a sobrevivência e bem-estar de um organismo, uma vez que a dor funciona como uma resposta de alerta aos indivíduos. No entanto, a dor pode também se tornar um sintoma debilitante, como ocorre nos casos de dor crônica.⁽³⁶⁾ Uma forma de dor relatada como dor “persistente” foi descrita pela primeira vez como a síndrome da dor complexa regional (SDCR) pelo cirurgião Ambroise Pare, na França no século XVI.⁽¹³⁾ Esta forma de dor foi definida como uma desordem caracterizada por uma dor intratável e incapacitante do membro afetado, que é desencadeada por várias lesões e é muitas vezes resistente à terapia padrão.⁽¹⁾

O termo SDCR foi estabelecido devido a dor ser considerada essencial para o diagnóstico da síndrome, sendo que a dor pode ser aguda ou ainda perpetuar por meses ou anos, descrita como crônica.⁽³¹⁾ Dessa maneira, a dor crônica é caracterizada como um estado de dor neuropática, pois os pacientes relatam a sensação de dor a estímulos antes descritos como alodinia apresentando disfunção sensorial. Além disso pode ser caracterizada pelo aparecimento de hiperalgesia, além da ocorrência de dor espontânea.^(21, 31, 36) Os sintomas parecem estar envolvidos com a resposta inflamatória inicial induzida pela lesão. Isso pode ocorrer através da produção de espécies reativas de oxigênio (ROS) gerado por esta resposta inflamatória, e assim causando estresse oxidativo que pode estar relacionado com a indução e manutenção da dor neuropática.⁽¹⁴⁾

Síndromes de dor regional complexa (SDCR) são doenças multifatoriais com etiologia e patogênese complexa. Gestão da SDCR é um desafio, em parte devido à falta de dados clínicos sobre a eficácia das várias terapias, e em parte porque o sucesso do tratamento requer uma abordagem multidisciplinar, adaptada ao paciente.⁽¹⁾

A pesquisa em terapias especificamente em SDCR tem sido escassa, e o tratamento para essas síndromes é amplamente baseado em estratégias



terapêuticas adaptadas de estados de dor neuropática. No entanto, um maior entendimento da patogênese da SDCR tem proporcionado a oportunidade de desenvolver tratamentos baseados no mecanismo. Embora o entendimento fisiopatológico tenha melhorado, nem todos os aspectos da síndrome da dor neuropática têm sido explorados. Os sintomas típicos de SDCR são sensoriais, motores e disfunções autonômicas. Na maioria dos casos a SDCR ocorre após uma fratura, trauma de membros, ou lesão do sistema nervoso periférico ou central. Às vezes, os sintomas se desenvolvem sem qualquer trauma.⁽¹⁴⁾

Conceitos fisiopatológicos recentes consideram basicamente três mecanismos principais: reforço da inflamação neurogênica periférica, disfunção do sistema nervoso simpático, e reorganização estrutural no sistema nervoso central. Além disso, a predisposição genética pode explicar o aumento da vulnerabilidade. O tratamento geralmente requer uma abordagem multidisciplinar, incluindo terapias médicas e não médicas.^(4, 31)

O objetivo terapêutico comum é manter ou restaurar a função normal da extremidade afetada. De acordo com um modelo de SDCR realizado em ratos, acredita-se que possa ocorrer a ativação de diferentes canais iônicos após surgimento da dor, como os canais de potencial anquirina 1 (TRPA1), um canal sensível a substâncias inflamatórias e oxidativas. Para investigar as alterações sensoriais em um modelo SDCR, vários métodos têm sido aplicados para criar e estudar a lesão isquêmica nos nervos periféricos em animais.⁽⁸⁾ Destruição simultânea das artérias regionais e os vasos longitudinais acessíveis estão associados com alterações isquêmicas no nervo. Além disso, tem sido sugerido que a reperfusão pode desempenhar um papel importante no desenvolvimento de lesão tecidual após isquemia do nervo e as alterações morfológicas são em grande parte dependentes do nível onde o nervo é avaliado.⁽¹⁹⁾

Os pacientes que sofrem com SDCR-I muitas vezes experimentam disfunção sensorial distinta, como alodinia mecânica e térmica, essas disfunções são os principais sintomas desagradáveis de difícil controle.⁽¹⁴⁾ De acordo com estes sintomas observados em pacientes, um estudo mostrou que os ratos expostos a um



modelo de SDCR exibem alodinia mecânica ao frio e a 1 e 14 dias após a reperfusão.⁽¹⁹⁾ Apesar da extensa literatura sobre a lesão de isquemia/reperfusão, o aspecto sensorial tem sido pouco estudado, em tempos diferentes após a lesão, e a maior parte dos estudos apenas representam os parâmetros de dor nociceptiva aguda após SDCR-I/modelo de SDCR. Além disso, alguns estudos também mostraram que a isquemia/reperfusão induz disfunção sensorial, podendo estar relacionada com o estresse oxidativo e processo inflamatório.^(16, 20, 27)

Até o momento, os opioides são os analgésicos mais efetivos disponíveis para o tratamento da dor crônica. Entretanto, podem levar ao aparecimento de diversos efeitos adversos, sendo que os mais relatados são sedação, depressão respiratória, constipação, tolerância ao efeito analgésico, hiperalgesia e dependência.⁽²⁸⁾ Existem situações nas quais drogas adjuvantes podem ser utilizadas, como quando a dor limita o movimento e não é responsiva a terapia com opioides; ou ocorre o aparecimento de efeitos adversos que limitam o tratamento; ou ainda no aparecimento de hiperalgesia à opioides.

A participação do canal TRPA1 mostrou ser pertinente e/ou crucial para o desenvolvimento da alodinia mecânica e térmica. Estudos mostram a possibilidade de que TRPA1 seja um mediador da disfunção sensorial observada em modelo de SDCR. Este canal é geralmente encontrado em neurônios sensoriais co-localizados com o TRPV1 (TRP vanilóide 1) em fibras sensoriais peptidérgicas. A ativação do TRPA1 em terminações periféricas leva a consequente liberação de peptídeos, como a substância P e o CGRP (peptídeo relacionado ao gene da calcitonina) os quais podem induzir sinais clássicos de inflamação, um fenômeno conhecido como inflamação neurogênica.^(19, 24, 37)

O receptor TRPA1 foi originalmente proposto para ser um sensor ao frio nocivo, e atualmente atua também como um dos principais sensores para alguns compostos naturais de ação irritante, tal como o cinamaldeído (encontrado na canela), e o isotiocianato de alila (AITC, presente no óleo de mostarda). Este receptor pode ser ativado por outras substâncias irritantes, tais como o crotonaldeído (encontrado na fumaça do cigarro) e também pelo 4-hidroxi-2-nonenal (4-HNE) e o peróxido de



hidrogênio (H_2O_2) produzidos durante o estresse oxidativo e dano tecidual. Além disso, já foi descrita a participação deste receptor em uma série de patologias dolorosas, como dor inflamatória e neuropática.⁽²⁵⁾

Dessa maneira, o canal TRPA1 é identificado como um alvo em potencial para a descoberta de novos analgésicos. Sendo assim, este projeto tem como objetivo principal avaliar o envolvimento do receptor TRPA1 na dor neuropática (SDCR-I /modelo de SDCR), onde o tratamento com a administração de anti-inflamatório (nanopartículas de ouro) em um modelo combinado de isquemia poderá prevenir o desenvolvimento de dor neuropática em camundongos.

Nanotecnologia e nanopartícula de ouro (GNPs)

Atualmente a nanotecnologia vem mostrando uma grande gama de aplicações na área de pesquisa médica. É um campo em desenvolvimento e possui um enorme potencial para impactar positivamente no sistema de saúde. Importantes aplicações da nanotecnologia estão sendo empregadas na área da saúde e o conhecimento básico da interação dos nanomateriais com as células e suas consequências biológicas está começando a evoluir.^(2, 5)

A utilização das nanopartículas no campo biomédico tem demonstrado interesse devido à sua: (1) estabilidade química; (2) facilidade de síntese e processo de fabricação; (3) biocompatibilidade genuína e não interferência com outros biomateriais (4) bioconjugação de superfície com sondas moleculares (5) propriedades ópticas marcantes e (6) baixa citotoxicidade.⁽¹⁸⁾ Destacam-se dentre estas as GNPs (Gold Nanoparticles), que recebem atenção especial devido às propriedades ópticas, eletrônicas, redox e catalíticas.⁽⁹⁾ As GNPs são ótimas para pesquisa, por serem biocompatíveis, de simples preparação e tendência à forte ligação por grupamentos tióis e aminas.^(15, 23)

A aplicação biomédica das GNPs tem aumentado consideravelmente devido a sua baixa citotoxicidade, com isto, são utilizadas clinicamente para melhorar o



potencial das drogas, alterando a farmacocinética, biodistribuição e absorção celular. A utilização das GNPs no tratamento de diversas doenças surgiu devido a várias evidências como um promissor agente anti-inflamatório.⁽⁷⁾ Nada obstante, com o acelerado aumento na utilização dos nanomateriais, estratégias inovadoras de tratamento estão sendo exploradas por pesquisadores sobre a utilização das nanopartículas de metais nobres na área da saúde.

As GNPs vêm sendo testadas no tratamento de diferentes doenças devido às suas capacidades antioxidante e anti-inflamatórias em modelos de lesão tecidual.⁽³⁵⁾ Um trabalho de Sumbayev *et al.* (2013), demonstrou pela primeira vez, que as GNPs estabilizadas por citrato diminuíram, de maneira dependente do tamanho, a resposta celular induzida por IL-1 β in vitro e in vivo, este estudo mostrou que a atividade anti-inflamatória das GNPs está associada com sua capacidade de interagir fisicamente com a IL-1 β extracelular e dessa forma neutralizar sua ligação com seu receptor de membrana inibindo sua cascata de sinalização.

Sonavane *et al.* (2008) avaliaram a penetração transcutânea das GNPs, demonstrando que são excelentes para penetrar tecidos e órgãos. Sua característica de permeabilidade pela membrana na forma transcutânea é proporcional ao seu tamanho, quanto menor a partícula maior seu grau de permeabilidade celular. Um outro estudo analisou o efeito das nanopartículas de ouro em modelo animal de artrite, sendo observado uma inibição da proliferação e migração celular, infiltração de macrófagos e diminuição dos níveis de TNF- α e IL1 β .⁽³⁴⁾ Tem sido observado também que as nanopartículas podem controlar a via das MAPKs. A via das MAPKs contém sítios de ativação e estruturas que ligam sinais extracelulares com a maquinaria que controlam processos fundamentais das células tais como crescimento, proliferação, migração e apoptose.⁽⁶⁾ Essas MAPKs incluem proteína regulada por sinais extracelulares (do inglês extracellular signal regulated protein - ERK), c-Jun Nterminal quinase (JNK), e a p38 MAPK. Prévios estudos têm demonstrado que GNPs induz em p38 MAPK e JNK.^(12, 17)

A avaliação dos efeitos anti-inflamatórios das GNPs com 20-45 nm de diâmetro em lesões cerebrais mostrou que o tratamento reduziu significativamente os níveis



de TNF- α , dano celular oxidativo, dano no DNA e de proteínas pró-apoptóticas (Pedersen, 2009). Estudos como os de Barathmanikanth (2010) demonstram que as GNPs agem também como antioxidantes, através da inibição na formação de espécies reativas de oxigênio (ERO) e do sequestro de radicais livres, facilitando assim a ação de enzimas antioxidantes.

A aplicação de GNPs em linhagem celular de macrófagos demonstrou a inibição da produção de óxido nítrico e suprimiu a ativação de NF- κ B por inibição da atividade da AKT.⁽²²⁾ Outro estudo ainda em macrófagos demonstrou efeito similar, apresentando redução na formação de oxido nítrico quando utilizado GNPs associadas à *Rubia cordifolia*.⁽²⁹⁾ Além disso, a associação de outras moléculas a nanopartículas de ouro vem sendo alvo de pesquisa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Modelo animal

Foram utilizados camundongos *Mus musculus*, da linhagem Swiss adultos (20 – 30 g, 60 dias), machos.

Antes do processo de experimentação, os animais foram acomodados (7 por gaiola) e aclimatados por 7 dias para adaptação em um novo meio. Foram mantidos em um ciclo de 12h claro/escuro à temperatura constante de 22°C com livre acesso à comida e água. Os experimentos foram realizados conforme o disposto na Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, e nas demais normas aplicáveis à utilização de animais em ensino e/ou pesquisa, especialmente as Resoluções Normativas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal – CONCEA. O projeto foi submetido a avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE e aprovado pelo mesmo através do parecer CEUA número 004/1118. Todos os procedimentos envolvendo animais foram realizados única e



exclusivamente após aprovação do projeto pelo comitê de ética em pesquisa no uso de animais.

As condições de ambiente, iluminação, acomodação e nutrição seguiram as recomendações exigidas pelo "Guide for the Care and Use of Laboratory Animals, 1996".

Modelo de Indução de dor associada a isquemia-reperfusão

Antes da isquemia os animais foram anestesiados por via intraperitoneal com associação de xilazina (3 mg/kg) e quetamina (90 mg/kg) em dose suficiente para estado de anestesia geral que perdure por 120 minutos.

Após a indução da anestesia, um torniquete elástico (Oband n 16; Kyowa Limited, Osawa, Japan) conforme a figura abaixo, foi colocado ao redor da pata traseira esquerda do camundongo apenas próximo a articulação do tornozelo por um período de 120 minutos.⁽¹⁹⁾ A cessação da anestesia foi programada para que os camundongos se recuperassem totalmente dentro de 120 minutos após a reperfusão, que ocorre imediatamente após a remoção do torniquete. No grupo controle os camundongos receberam exatamente o mesmo tratamento anestésico, porém o torniquete de elástico foi cortado de modo que o tornozelo foi apenas vagamente rodeado, não havendo a função de obstruir o fluxo sanguíneo na pata traseira. Os testes para observar o desenvolvimento de dor isquêmica foram realizados em até 17 dias. Experimentos prévios demonstraram que durante este período de tempo podemos avaliar o desenvolvimento de hiperalgesia mecânica e alodinia ao frio. ^(8, 19)



Figura 2: Torniquete elástico na pata esquerda do camundongo



Fonte: De Prá *et al.*, 2019.

Testes para avaliar o desenvolvimento de dor

Todos os testes foram realizados antes (basal) e após a indução da dor neuropática, e então após a administração das nanopartículas de ouro e antagonista de receptor TRPA1 (HC030031). Os testes após as administrações foram realizados até o 5º dia no modelo agudo, enquanto no modelo crônico foram realizados nos dias 5, 9, 12 e 17 após a isquemia.⁽¹⁹⁾

Teste do Von Frey (estímulo mecânico)

Para estudar a sensibilidade a estímulos mecânicos foi realizado o teste utilizando filamentos de von Frey de intensidade crescente (0,02-10 g).^(11, 26, 33) Brevemente, os animais foram ambientados no local de experimentação, que consiste em câmaras elevadas com chão de tela metálica, durante 1 hora. Após esse período, realizou-se a estimulação da pata traseira esquerda de cada animal com filamentos de von Frey pelo método de up-and-down.

O primeiro filamento utilizado promove uma pressão de 0,4 g, caso ocorra a retirada da pata aplica-se um filamento com pressão menor. Caso não ocorra



retirada, utiliza-se um filamento com pressão maior. No total, foram realizadas sete estimulações, utilizando os filamentos de 0,02; 0,07; 0,16; 0,40; 1,4; 2,0; e 4,0 g. Com os resultados obtidos, calculou-se o valor correspondente a 50% do limiar, em g, que cada animal suporta (limiar 50%). A diminuição deste valor será considerada como hiperalgesia mecânica, enquanto a reversão nesta queda confere efeito antinociceptivo (anti-hiperalgésico).⁽¹¹⁾

Teste da acetona (hiperalgesia ao frio)

A alodinia térmica ao frio foi mensurada utilizando uma modificação do método da gota de acetona. Após os animais serem ambientados, uma gota de acetona (20 µL) foi colocada na superfície da pele da pata dos animais. As respostas comportamentais pela retirada da pata do animal para a gota de acetona foram cronometradas utilizando um cronômetro e registrando o tempo que o animal permanece sem a pata em contato com o solo.⁽³³⁾

Administração de nanopartículas de ouro e antagonista do receptor TRPA1

No dia da indução de SDCR foi administrado aos animais, todos por via intraperitoneal: nanopartículas de ouro avaliando dose-resposta nas doses de 22,0mg/L, 7,0 mg/L e 2,5 mg/L, com solução salina (NaCl 0.9%). As administrações (apenas uma administração por dia) ocorreram no dia da indução e nos 2 dias posteriores, totalizando 3 dias com intervalo de 24 horas entre as administrações.

Após a administração de nanopartículas de ouro ou veículo, o desenvolvimento de hiperalgesia mecânica e ao frio foi avaliado até o 5º dia no modelo agudo e nos dias 5, 9, 12 e 17 no modelo crônico da SDCR.



Divisão dos grupos

Foram utilizados 56 animais para o modelo agudo e 42 animais para o modelo crônico de indução da SDCR, totalizando 98 animais. Os animais foram divididos em 14 grupos, sendo que cada grupo continha 7 animais.

Para o modelo agudo foram realizadas administrações no dia da indução da SDCR e nos 2 dias posteriores, totalizando 3 dias com intervalos de 24 horas. Foram descritos os seguintes grupos:

- (1) Isquemia - Salina (veículo)
- (2) Isquemia - Nanopartícula 2,5mg/L
- (3) Isquemia - Nanopartícula 7,0mg/L
- (4) Isquemia - Nanopartícula 22,0mg/L
- (5) Controle - Nanopartícula 2,5mg/L
- (6) Controle - Nanopartícula 7,0mg/L
- (7) Controle - Nanopartícula 22,0mg/L
- (8) Controle - Salina

Já para o modelo crônico foram realizadas administrações no dia da indução da SDCR e nos 2 dias posteriores, totalizando 3 dias com intervalos de 24 horas. Os grupos descritos foram os seguintes:

- (9) Isquemia - Nanopartícula 2,5mg/L
- (10) Isquemia - Nanopartícula 7,0mg/L
- (11) Isquemia - Nanopartícula 22,0mg/L
- (12) Controle - Nanopartícula 2,5mg/L
- (13) Controle - Nanopartícula 7,0mg/L
- (14) Controle - Nanopartícula 22,0mg/L

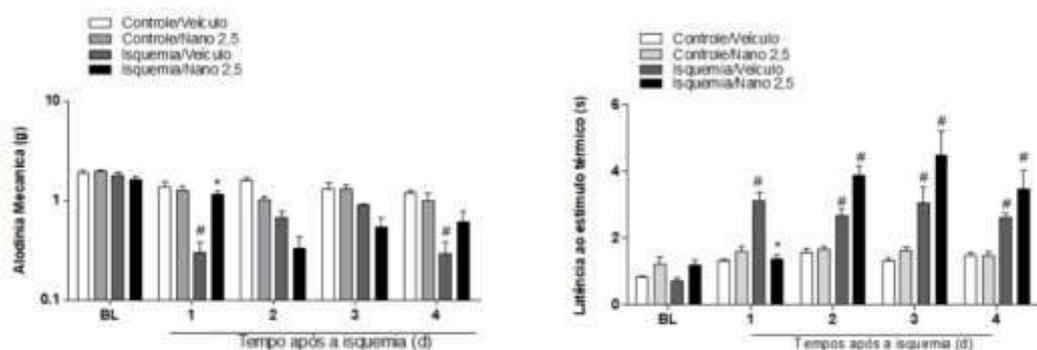
RESULTADOS E DISCUSSÃO



Foram realizadas medidas do limiar mecânico e do limiar térmico ao frio após indução da SDCR, tanto no modelo agudo quanto no modelo crônico. As medidas foram realizadas do dia 1, 2, 3 e 4 da isquemia no modelo agudo, e nos dias 5, 9, 12 e 17, após a isquemia, no modelo crônico. Além disso, medidas semelhantes foram realizadas nos animais controle. Os dados foram coletados e analisados de acordo com as doses de nanopartículas de ouro administradas, sendo elas 2,5mg/L, 7,0mg/L e 22,0mg/L.

Tratamento agudo

A nanopartícula 2,5mg/L mostrou efeito anti-alodínico mecânico e térmico no tempo de 1 dia após o tratamento em comparação com o grupo tratado com veículo (Figura 2). Porém, o mesmo tratamento (nanopartícula 2,5mg/L) não inibiu significativamente a alodinia ao frio nos outros dias nos animais avaliados que apresentavam esta nocicepção induzida pelo modelo de isquemia.



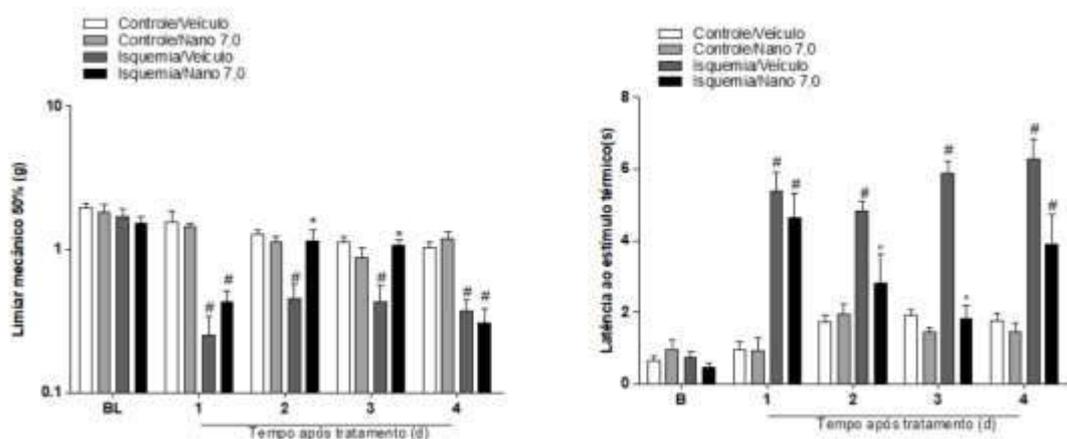
Fonte: o autor.

Figura 2: alodinia mecânica e ao frio em resposta a SDCR em modelo agudo de camundongos tratados com nanopartícula de ouro 2,5mg/L, respectivamente. O limiar mecânico foi avaliado utilizando filamentos de von Frey (expresso com limiar



de 50% em g) de diferentes intensidades (0,07-4 g), e o tempo de nocicepção foi avaliado pela exposição da pata traseira do animal a gota de acetona (20 µl). As medidas basais foram representadas como BL no gráfico, e os tempos 1, 2, 3 e 4 representam as medidas realizadas após a indução do modelo SDCR. Os dados foram representados como média + S.E.M. (n = 8). *P <0.05, quando comparado aos valores basais (ANOVA de duas vias seguida do teste post hoc Bonferroni).

A nanopartícula 7,0mg/L mostrou efeito anti-alodínico mecânico no tempo de 1, 2 e 3 dias após tratamento em comparação com o grupo tratado com veículo (Figura 3) no modelo agudo, e mostrou efeito anti-alodínico térmico nos tempos de 2 e 3 dias apenas. Porém, o mesmo tratamento (nanopartícula 7,0mg/L) não inibiu significativamente a alodinia mecânica e ao frio no tempo de 4 dias após tratamento em comparação com o grupo Isquemia/Veículo nos animais avaliados que apresentavam esta nocicepção induzida pelo modelo de isquemia.



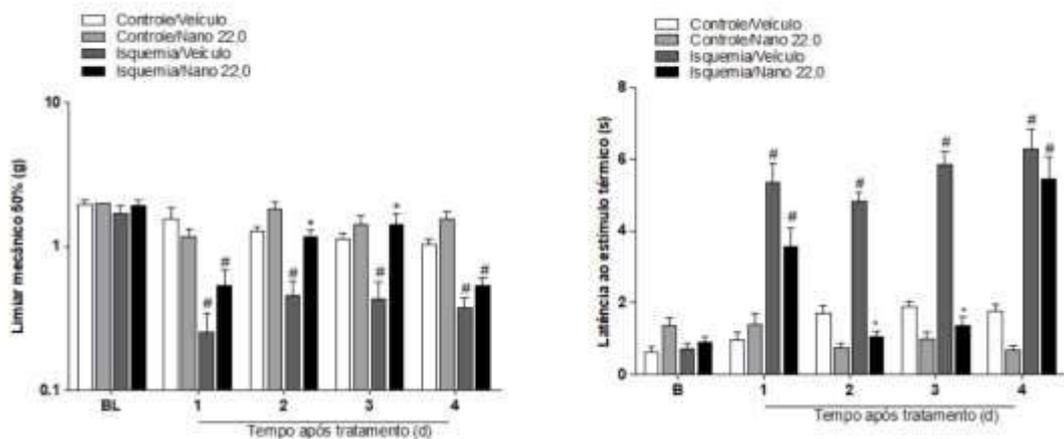
Fonte: do autor.

Figura 3: alodinia mecânica e alodinia ao frio em resposta a SDCR em modelo agudo de camundongos tratados com nanopartícula de ouro 7,0mg/L, respectivamente. O limiar mecânico foi avaliado utilizando filamentos de von Frey (expresso com limiar de 50% em g) de diferentes intensidades (0,07-4 g), e o tempo



de nociceção foi avaliado pela exposição da pata traseira do animal a gota de acetona (20 μ l). As medidas basais foram representadas como BL no gráfico, e os tempos 1, 2, 3 e 4 representam as medidas realizadas após a indução do modelo SDCR. Os dados foram representados como média + S.E.M. (n = 8). * $P < 0.05$, quando comparado aos valores basais (ANOVA de duas vias seguida do teste post hoc Bonferroni).

A nanopartícula 22,0mg/L mostrou efeito anti-alodínico mecânico e térmico no tempo de 2 e 3 dias apenas após tratamento em comparação com o grupo tratado com veículo (Figura 4) no modelo agudo. Porém, o mesmo tratamento (nanopartícula 7,0mg/L) não inibiu significativamente a alodinia mecânica e ao frio no tempo de 1 e 4 dias após tratamento em comparação com o grupo Isquemia/Veículo nos animais avaliados que apresentavam esta nociceção induzida pelo modelo de isquemia.



Fonte: do autor.

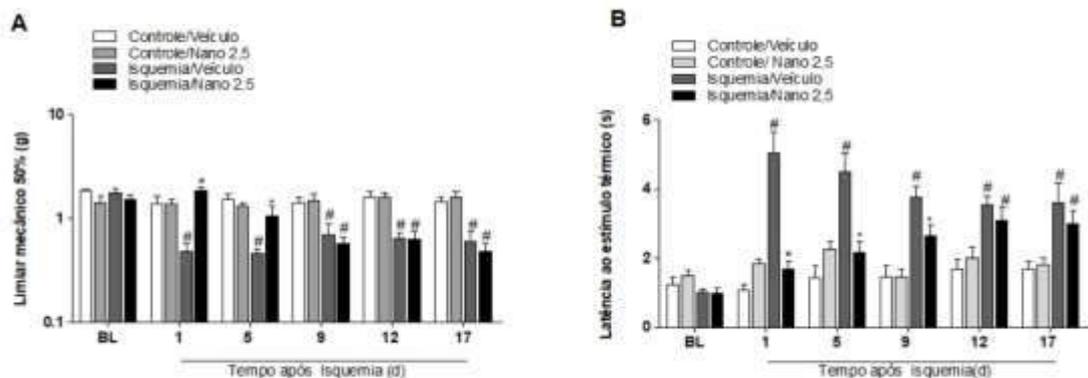
Figura 4: alodinia mecânica e alodinia ao frio em resposta a SDCR em modelo agudo de camundongos tratados com nanopartícula de ouro 22,0mg/L, respectivamente. O limiar mecânico foi avaliado utilizando filamentos de von Frey (expresso com limiar de 50% em g) de diferentes intensidades (0,07-4 g), e o tempo de nociceção foi avaliado pela exposição da pata traseira do animal a gota de acetona (20 μ l). As medidas basais foram representadas como BL no gráfico, e os tempos 1, 2, 3 e 4 representam as medidas realizadas após a indução do modelo



SDCR. Os dados foram representados como média + S.E.M. (n = 8). **P* <0.05, quando comparado aos valores basais (ANOVA de duas vias seguida do teste post hoc Bonferroni).

Tratamento crônico

A nanopartícula 2,5mg/L mostrou efeito anti-alodínico mecânico no tempo de 1 a 5 dias, e térmico no tempo de 1, 5 e 9 dias após tratamento com a nanopartícula em comparação com o grupo tratado com veículo (Figura 5) no modelo crônico. Porém, o mesmo tratamento (nanopartícula 2,5mg/L) não inibiu significativamente a alodinia mecânica nos outros dias nos animais avaliados que apresentavam esta nocicepção induzida pelo modelo de isquemia. Ainda, o mesmo tratamento inibiu consideravelmente a alodinia ao frio nos tempos de 9 a 17 dias nos animais avaliados que apresentavam esta nocicepção induzida pelo modelo de isquemia.



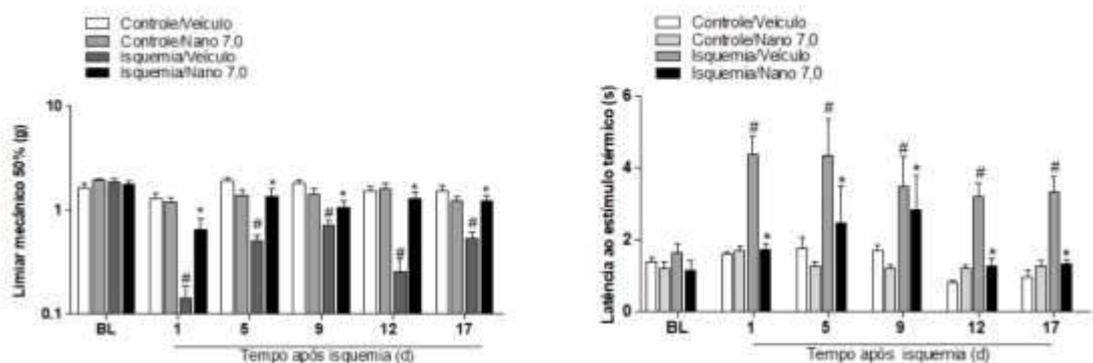
Fonte: do autor.

Figura 5: alodinia mecânica e alodinia ao frio em resposta a SDCR em modelo crônico de camundongos tratados com nanopartícula de ouro 2,5mg/L, respectivamente. O limiar mecânico foi avaliado utilizando filamentos de von Frey (expresso com limiar de 50% em g) de diferentes intensidades (0,07-4 g), e o tempo



de nociceção foi avaliado pela exposição da pata traseira do animal a gota de acetona (20 μ l). As medidas basais foram representadas como BL no gráfico, e os tempos 1, 5, 9, 12 e 17 representam as medidas realizadas após a indução do modelo SDCR. Os dados foram representados como média + S.E.M. (n = 8). *P <0.05, quando comparado aos valores basais (ANOVA de duas vias seguida do teste post hoc Bonferroni).

A nanopartícula 7,0mg/L mostrou efeito anti-alodínico mecânico e térmico no tempo de 1 até 17 dias após tratamento em comparação com o grupo tratado com veículo (Figura 6) no modelo crônico nos animais avaliados que apresentavam esta nociceção induzida pelo modelo de isquemia.



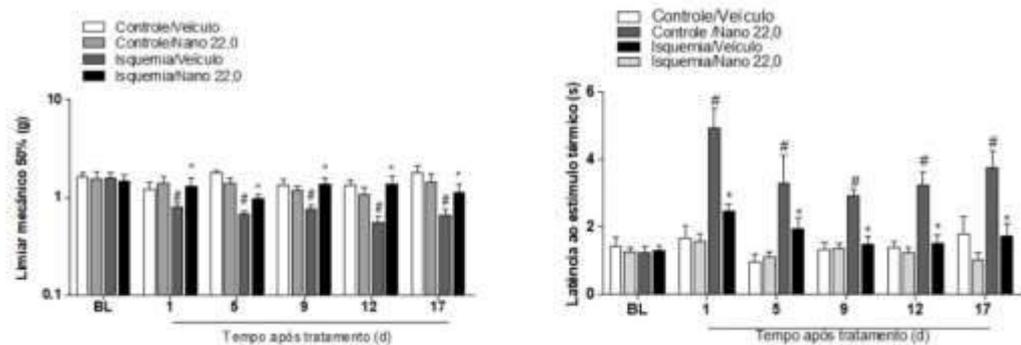
Fonte: do autor.

Figura 6: alodinia mecânica e alodinia ao frio em resposta a SDCR em modelo crônico de camundongos tratados com nanopartícula de ouro 7,0mg/L, respectivamente. O limiar mecânico foi avaliado utilizando filamentos de von Frey (expresso com limiar de 50% em g) de diferentes intensidades (0,07-4 g), e o tempo de nociceção foi avaliado pela exposição da pata traseira do animal a gota de acetona (20 μ l). As medidas basais foram representadas como BL no gráfico, e os tempos 1, 5, 9, 12 e 17 representam as medidas realizadas após a indução do modelo SDCR. Os dados foram representados como média + S.E.M. (n = 8). *P



<0.05, quando comparado aos valores basais (ANOVA de duas vias seguida do teste post hoc Bonferroni).

A nanopartícula 22,0mg/L mostrou efeito anti-alodínico mecânico e térmico nos tempos de 1 até 17 dias após tratamento em comparação com o grupo tratado com veículo (Figura 7) no modelo crônico nos animais avaliados que apresentavam esta nocicepção induzida pelo modelo de isquemia.



Fonte: do autor.

Figura 7: alodinia mecânica e alodinia ao frio em resposta a SDCR em modelo crônico de camundongos tratados com nanopartícula de ouro 22,0mg/L, respectivamente. O limiar mecânico foi avaliado utilizando filamentos de von Frey (expresso com limiar de 50% em g) de diferentes intensidades (0,07-4 g), e o tempo de nocicepção foi avaliado pela exposição da pata traseira do animal a gota de acetona (20 µl). As medidas basais foram representadas como BL no gráfico, e os tempos 1, 5, 9, 12 e 17 representam as medidas realizadas após a indução do modelo SDCR. Os dados foram representados como média + S.E.M. (n = 8). *P <0.05, quando comparado aos valores basais (ANOVA de duas vias seguida do teste post hoc Bonferroni).



CONCLUSÕES

Conclui-se com os resultados obtidos no presente trabalho que:

1. O modelo de SDCR em camundongos causou, nas fases aguda ou crônica, alodinia mecânica e ao frio;
2. O uso de nanopartículas de ouro em diferentes doses mais altas com o tratamento apresentou resultados significativos tanto no efeito anti-alodínico mecânico quanto térmico;
3. A hipersensibilidade mecânica e ao frio foi revertida pelo uso nanopartícula de ouro em um modelo dor induzida por meio de isquemia/reperfusão em camundongos durante a fase crônica mostrando potencial antinociceptivo;
4. A nanopartícula de 7,0mg/L e 22,0mg/L apresentaram resultados mais satisfatórios dentre as concentrações utilizadas.

Portanto, a partir dos resultados obtidos neste estudo podemos observar que o uso de nanopartículas de ouro no tratamento de mecanismos de dor neuropática no modelo de SDCR apresentou resultados positivos. Dessa forma, esta tecnologia deve ser amplamente explorada na investigação de mecanismos com a finalidade de tratamento de dor neuropática na SDCR.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço aos meus pais, Jairo e Nélia, meu irmão, João Pedro, e meus amigos por estarem ao meu lado durante essa jornada, me incentivarem a seguir meu desejo de realizar pesquisa científica e enfrentarem comigo as adversidades encontradas pelo o caminho. Vocês são a base de tudo e me tornam mais forte.

Agradeço a minha professora e orientadora, Samira Dal-Toé de Prá, pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa e pelo incentivo nos meus primeiros passos na pesquisa científica. Agradeço por todas as oportunidades a mim



oferecidas, pela amizade, confiança e ensinamentos, tanto pessoais quanto profissionais, durante este ano que trabalhamos juntas.

Agradeço a professora Daniela Delwig de Lima e ao professor Eduardo Manoel Pereira, além da Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE), pela oportunidade de parceria para o desenvolvimento desta pesquisa e uso de seus laboratórios e biotério, fundamentais para o sucesso do estudo aqui apresentado.

A professora Gabriela Kozuchovski Ferreira que disponibilizou as nanopartículas de ouro utilizadas nesta pesquisa e prestou todos os esclarecimentos necessários a respeito das mesmas, contribuindo com seu conhecimento e experiência.

As colegas de laboratório Alessandra Gastaldi, Thayná Maia e Larissa Delmônego, pelo acolhimento caloroso, por todas as sugestões, ensinamentos e auxílio durante estes meses. Vocês foram fundamentais durante esta trajetória e contribuíram imensamente com o meu crescimento profissional.

Agradeço a Sociedade Educacional de Santa Catarina (UNISOCIESC) e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de pesquisa e pela oportunidade de desenvolver este projeto.

REFERÊNCIAS

Ahmad F, Kumar KH. ***Failure to fire after an electrical injury - a complex syndrome in a soldier.*** Mil Med Res. 2015;2:8.

Arvizo *et al.*; ***Intrinsic therapeutic applications of noble metal nanoparticles: past, present and future.*** 2012 Apr 7;41(7):2943-70.

BarathManiKanth S, *et al.*; ***Anti-oxidant effect of gold nanoparticles restrains hyperglycemic conditions in diabetic mice.*** J. Nanobiotechnology. 2010;8(1):16.

Birklein F, Schlereth T. ***Complex regional pain syndrome — significant progress in understanding.*** 2015;156:94–103.



- Bhattacharya R, Mukherjee P. **Biological properties of “naked” metal nanoparticles.** Adv Drug Deliver Rev. 2008; 60(11):1289-306.
- Chang, L.K., M. (2001) **Mammalian MAP kinase signalling cascades.** Nature, 410, 37-40.
- Chen H, Dorrigan A, Saad S, Hare DJ, Cortie MB, Valenzuela SM. **In vivo study of spherical gold nanoparticles: inflammatory effects and distribution in mice.** PLoS One. 2013; 8(2): e58208.
- Coderre TJ, Xanthos DN, Francis L, Bennett GJ. **Chronic post-ischemia pain (CPIP): a novel animal model of complex regional pain syndrome-type I (CRPS-I; reflex sympathetic dystrophy) produced by prolonged hindpaw ischemia and reperfusion in the rat.** Pain. 2004;112(1–2):94–105.
- Daniel MC; Astruc D. **Gold nanoparticles: assembly, supramolecular chemistry, quantum-size-related properties, and applications toward biology, catalysis, and nanotechnology.** Chemical reviews 104: 293–346. 2004.
- De Prá *et al.*; **Nociceptive mechanisms involved in the acute and chronic phases of a complex regional pain syndrome type 1 model in mice.** Eur J Pharmacol. 2019 Sep 15;859:172555.
- Dixon WJ. **Efficient analysis of experimental observations.** Annu Rev Pharmacol Toxicol. 1980;20:441–62.
- Eom HJ, Choi J. **p38 MAPK activation, DNA damage, cell cycle arrest and apoptosis as mechanisms of toxicity of silver nanoparticles in Jurkat T cells.** 2010 Nov 1;44(21):8337-42.
- Feliu MH, Edwards CL. **Psychologic Factors in the Development of Complex Regional Pain Syndrome: History, Myth, and Evidence.** Clin J Pain. 2010 Mar;26(3):258–63.
- Gritsch *et al.*; Nat Commun;5(5472) 2014. Gierthmuhlen J, Binder A, Baron R. **Mechanism-based treatment in complex regional pain syndromes.** Nat Rev Neurol. 2014;10(9):518–28.
- Hainfeld JF; Slatkin DN; Focella TM; Smilowitz HM. **Gold nanoparticles: a new X-ray contrast agent.** British journal of radiology 79: 248–253. 2006.
- Heumann R. **Regulation of the synthesis of nerve growth factor.** J Exp Biol. 1987 Sep ;132:133–50.
- Hsin *et al.*; **The apoptotic effect of nanosilver is mediated by a ROS- and JNK-dependent mechanism involving the mitochondrial pathway in NIH3T3 cells.** 2008 Jul 10;179(3):130-9.



Katz E, Willner I. **Integrated nanoparticle-biomolecule hybrid systems: synthesis, properties, and applications.** Angew Chem Int Ed Engl. 2004; 43(45): 6042-108.

Klafke JZ, da Silva MA, Rossato MF, de Prá SDT, Rigo FK, Walker CIB, *et al.*; **Acute and chronic nociceptive phases observed in a rat hind paw ischemia/reperfusion model depend on different mechanisms.** Pflügers Arch - Eur J Physiol. 2016 Feb 21;468(2):229–41.

Lin Y, Mather LE, Power I, Cousins MJ. **The effect of diclofenac on the expression of spinal cord c-fos-like immunoreactivity after ischemia-reperfusion-induced acute hyperalgesia in the rat tail.** Anesth Analg. 2000 May;90(5):1141–5.

Loeser JD, Treede R-D. **The Kyoto protocol of IASP Basic Pain Terminology.** Pain. 2008 Jul 31;137(3):473–7.

Ma L, Liu J, Li N, Wang J, Duan Y, Yan J, Liu H, Wang H, Hong F. **Oxidative stress in the brain of mice caused by translocated nanoparticulate TiO₂ delivered to the abdominal cavity.** Biomaterials. 2010; 31(1):99-105.

Mukherjee P; *et al.*; **Antiangiogenic properties of gold nanoparticles.** Clinical cancer research 11: 3530–3534. 2005.

Obata K, Katsura H, Mizushima T, Yamanaka H, Kobayashi K, Dai Y, *et al.*; **TRPA1 induced in sensory neurons contributes to cold hyperalgesia after inflammation and nerve injury.** J Clin Invest. 2005 Aug 25;115(9):2393–401.

Preti D, Saponaro G, Szallasi A. **Transient receptor potential ankyrin 1 (TRPA1) antagonists.** Pharm Pat Anal. 2015 Mar;4(2):75–94.

Rossato MF, Trevisan G, Walker CIB, Klafke JZ, de Oliveira AP, Villarinho JG, *et al.*; **Eriodictyol: a flavonoid antagonist of the TRPV1 receptor with antioxidant activity.** Biochem Pharmacol. 2011 Feb 15;81(4):544–51.

Sasaki A, Mizoguchi S, Kagaya K, Shiro M, Sakai A, Andoh T, *et al.*; **A mouse model of peripheral postischemic dysesthesia: involvement of reperfusion-induced oxidative stress and TRPA1 channel.** J Pharmacol Exp Ther. 2014 Dec;351(3):568–75.

Sebastin SJ. **Complex regional pain syndrome.** Indian J Plast Surg. 2011 May; 44(2):298–307.

Singh P, Kumari K, Katyal A, Kalra R, Chandra R. **Synthesis and characterization of silver and gold nanoparticles in ionic liquid.** Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc. 2009; 73(1):218-20.



Sonavane, G; *et al.*; ***In vitro permeation of gold nanoparticle through rat skin and rat intestine:Effect of particle size.*** Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 65[1]: 1-10. 2008.

Stanton-Hicks M, Baron R, Boas R, Gordh T, Harden N, Hendler N, *et al.*; ***Complex Regional Pain Syndromes: guidelines for therapy.*** Clin J Pain. 1998 Jun;14(2):155–66.

Sumbayev VV *et al.*; ***Gold nanoparticles downregulate interleukin-1 β -induced proinflammatory responses.*** Small. 2013; 11;9(3):472-7.

Trevisan G, Rossato MF, Walker CIB, Klafke JZ, Rosa F, Oliveira SM, *et al.*; ***Identification of the plant steroid α -spinasterol as a novel transient receptor potential vanilloid 1 antagonist with antinociceptive properties.*** J Pharmacol Exp Ther. 2012 Nov;343(2):258–69.

Tsai, CY; *et al.*; ***Amelioration of Collagen-Induced Arthritis in Rats by Nanogold.*** Arthritis & Rheumatism. 56[2]: 544-554. 2007.

Victor EG; *et al.*; ***Pulsed ultrasound associated with gold nanoparticle gel reduces oxidative stress parameters and expression of pro-inflammatory molecules in an animal model of muscle injury.*** J Nanobiotechnology. 12;10:11. 2012.

Woolf CJ. ***What is this thing called pain?*** J Clin Invest. 2010 Nov 1;120(11):3742–4.

Yamamoto S, Shimizu S. ***Significance of TRP channels in oxidative stress.*** Eur J Pharmacol. 2016 Dec 15;793:109–11.



LESÕES ARTICULARES NO JUDÔ DE ALTO RENDIMENTO

Bruna Cidral, Marco Antonio Schueda, Paulo Sérgio Da Silva

paulofisio13@gmail.com

RESUMO: O presente trabalho tem como propósito investigar as articulações mais acometidas em atletas catarinenses de alto rendimento no judô, favorecendo desta forma estudos posteriores que possam contribuir com o crescimento do esporte. As informações neste apresentado foram obtidas por meio de aplicação de um questionário, com uma amostra de 158 atletas com idade de 15 a 30 anos, que resultaram em dados quantitativos, os quais apontaram a necessidade de ampliar o conhecimento sobre o comportamento do atleta durante sua vivência no judô. Assim desenvolver programas educativos e preventivos em benefício do esporte principalmente resguardar a integridade física dos atletas, preservando e prolongando sua vida competitiva.

Palavras-chaves: JUDÔ, LESÕES E ARTICULAÇÕES.

INTRODUÇÃO

Judô é uma palavra japonesa que se decompõe em *JU* e *DO*. *JU* significa agilidade, não resistência, suavidade. *DO* traduz-se por via, meio ou caminho. O Judô é, portanto, a via de não resistência, ou o meio ágil, o caminho que leva a uma vida equilibrada, utilizando um método de educação física e mental baseado numa disciplina de combate com mãos nuas. O Judô moderno tal como é praticada hoje em todo mundo, não data senão de 1882, derivam, entretanto de formas de combate que estiveram em voga no século XVI em pleno feudalismo nipônico. Segundo Souza (2015)

O Judô é uma modalidade esportiva de contato corporal que vem obtendo a adesão de um grande número de brasileiros. Tem alcançado resultados expressivos no cenário competitivo inclusive em âmbito internacional.



Sua mecânica engloba técnicas de alavancas e deslocamentos bruscos visando mobilizar o adversário para frente, para trás para os lados e até para cima. Estas situações põem em risco os segmentos corporais tanto de quem realiza a projeção quanto de quem é projetado, motivo pelo qual há sempre o sofrimento de alguma articulação, seja este por alta energia em tração, compressão, rotação a percussão, atuem elas isoladas a combinadas.

Sendo assim, esse trabalho tem como maior finalidade, levantar dados sobre as articulações mais acometidas durante treinamentos e competições de atletas de alto rendimento no Judô, levando em consideração o tempo maior que três anos na prática desta modalidade com frequência igual ou superior a três vezes semanais. Franchini (2001)

Materiais e métodos

Participaram da presente pesquisa 158 atletas na faixa etária de 15 a 30 anos, praticantes da modalidade a mais de três anos com uma frequência mínima de três vezes semanais. Devido tratar-se de competidores de alto rendimento, nível estadual e nacional, desconsideramos o fator graduação para a realização deste trabalho.

Aplicou-se o questionário (fig. 1) nos meses de agosto e setembro de 2019, nas cidades de Blumenau e Florianópolis, onde ocorreram campeonatos estaduais de judô.

Foram distribuídos 158 questionários durante as competições e a partir destas amostras, foram feitas tabulações e a análise estatística. Os dados foram analisados baseados nos seus resultados.



Discussão

O Judô é uma arte marcial que, por não permitir técnicas de socar e chutar caracteriza o fator força como de extrema importância, com inegável sobrecarga do sistema músculo-esquelético. Apresenta uma característica singular por aceitar ampla variedade de biótipos entre seus competidores; atletas altos e baixos, leves e pesados, brevilineos e até longilineos são vistos em treinamento. SANTOS (2003)

Idade dos atletas. Segundo a análise destes dados, em relação à faixa etária pode-se perceber uma variação grande, sendo que, a representatividade dos atletas de 15 a 18 anos foi mais expressivo, contribuindo com (49,37%) da amostra.

Tempo de pratica no judô. Com base na tabela pode-se notar uma predominância de atletas com 3 à 12 anos de prática no Judô (62,65%),

Tempo de treinamento. Como pode ser observado, a maioria (44,94%) dos atletas treinam mais de 4 vezes semanalmente, podendo este ser um fator de risco, pois segundo Tanhoffer (2001), os erros de treinamento, pelas mudanças bruscas de intensidade, duração ou freqüência do treinamento, favorecem o aparecimento de lesões. Segundo Torres (2004), o “excesso de uso ou sobrecarga” incide em 30% a 50% de todas as lesões esportivas estando ligadas à aplicação de cargas cíclicas ou excesso de treinamento.

Lesões praticando judô. Observa-se um quadro significativo de judocas (73,42%) que já sofreram algum tipo de lesão praticando este esporte. Realidade que evidencia a importância de trabalhos investigativos e preventivos nesta área.

Articulações mais acometidas. Segundo análise dos dados, o joelho é a articulação mais acometida (30,89%), evidenciou-se ainda que o ombro (29,84%), constitui um índice alto e relevante, e subsequente aparece o tornozelo (10,99%) como sendo a terceira articulação mais acometida.

Locais onde ocorreram a lesão. Constatou-se que durante os treinamentos, grande parte (50%) dos atletas principais sofrem lesões por desproporção de peso entre eles, excesso de praticantes em uma mesma sessão de treino ou espaço, numero elevado de repetição de técnicas e intensidade maior de esforço físico.

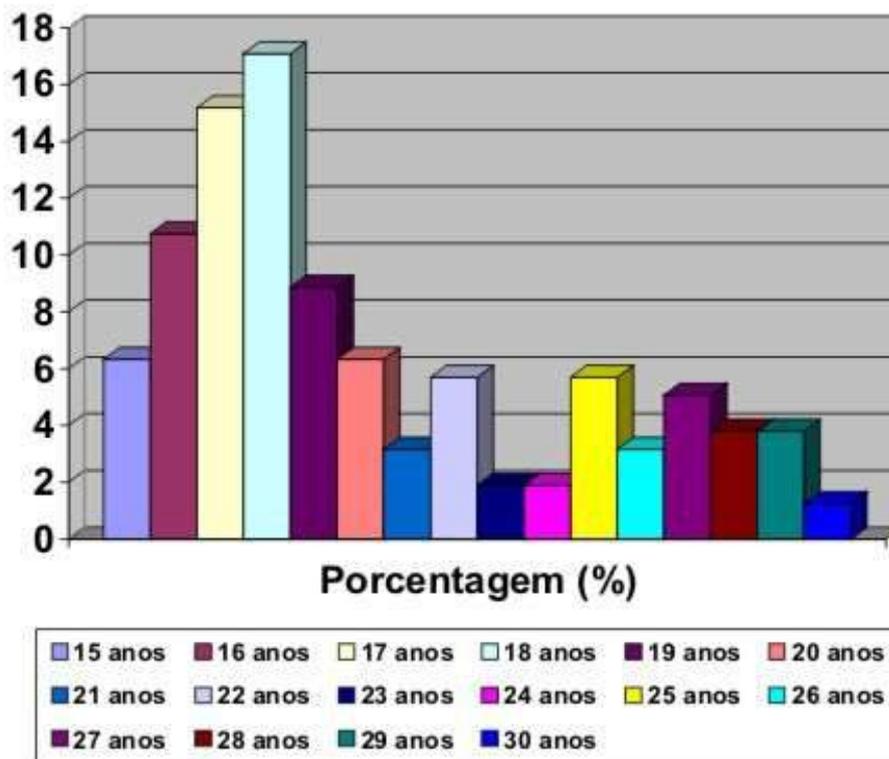


Conclusões

Os dados apresentados no trabalho nos levam a concluir que na pratica do judô de alto rendimento em Santa Catarina existem:

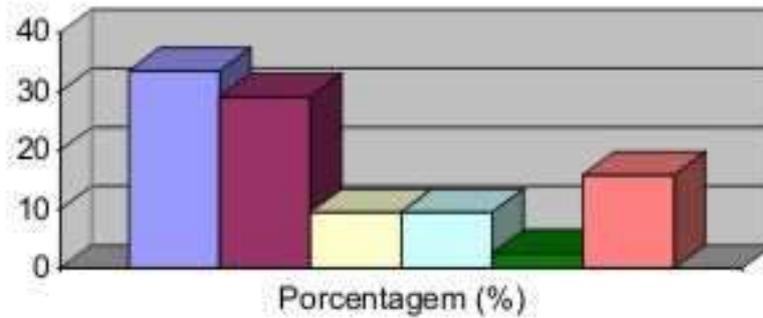
- Maior número de praticantes é da categoria Junior.
- Para atingir o ápice competitivo necessita em media 10 anos praticando 10 horas semanais.
- Mais de dois terços dos judocas sofreram lesões sendo que a maioria originada nos treinamentos.
- As articulações mais atingidas foram joelho, ombro e tornozelo.

IDADE DOS ATLETAS

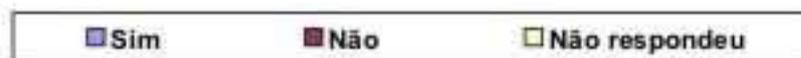
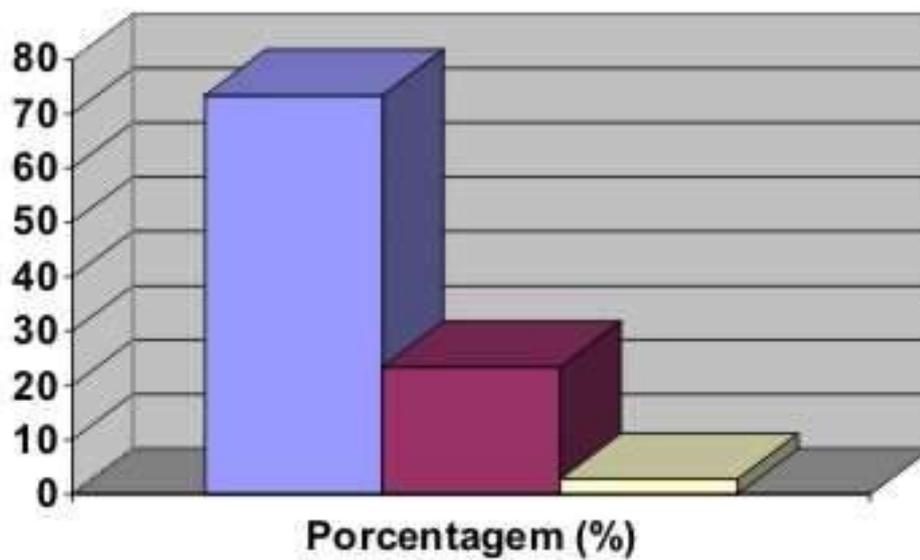




Tempo de prática

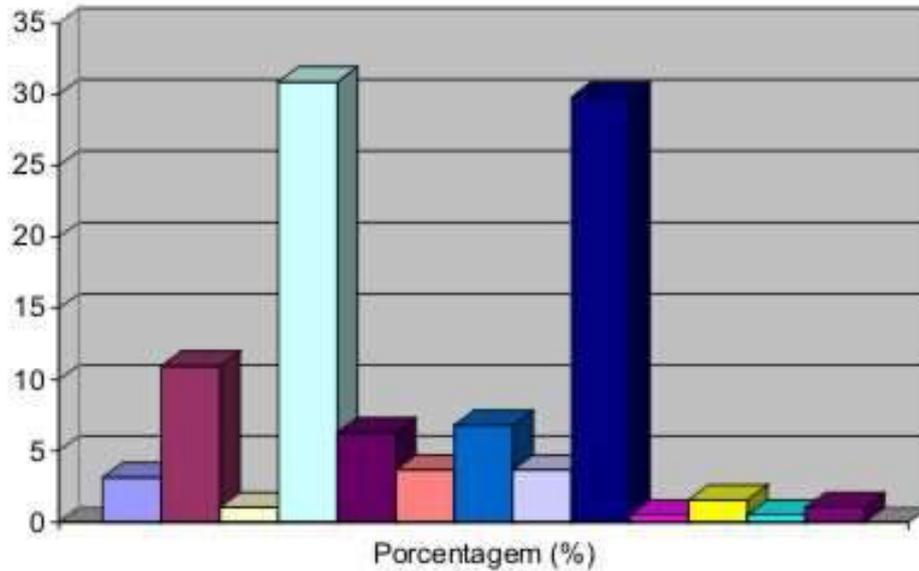


Lesão praticando judô



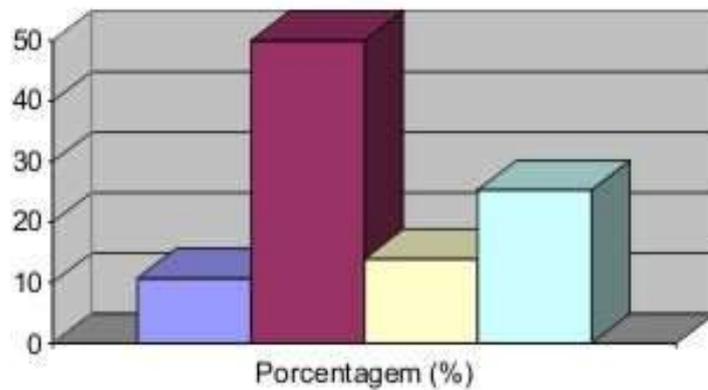


Tipos de lesão

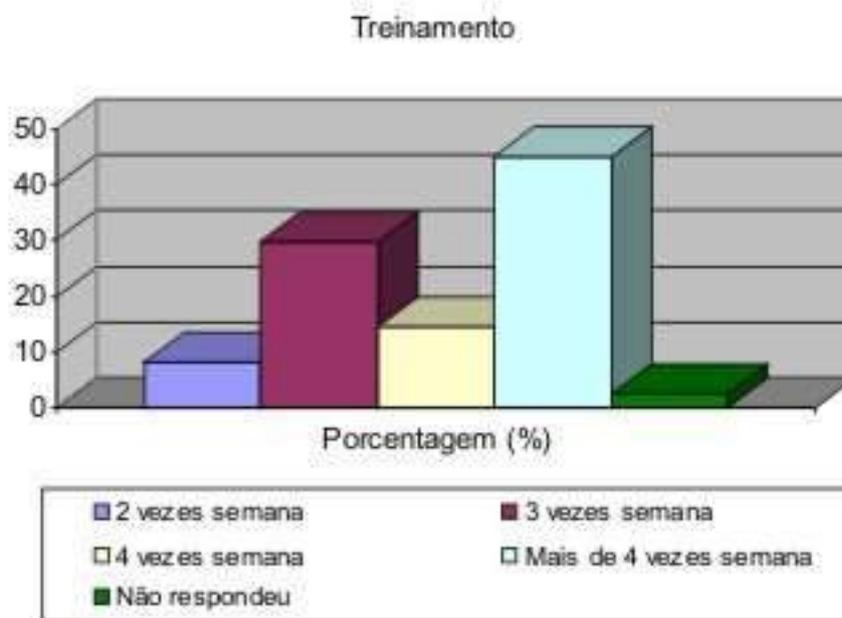


■ Pés e dedos	■ Tomozelo	■ Perna
■ Joelho	■ Mãos e dedos	■ Punho
■ Cotovelo	■ Braço	■ Ombro
■ Coluna lombar	■ Torax / peito / costelas	■ Coluna cervical
■ Muscular		

Onde ocorreu a lesão



■ Competição	■ Treinamento
■ Competição e Treinamento	■ Não respondeu



REFERÊNCIAS

LASSERRE, R. **Judô: manual prático**. 2. ed. São Paulo: Editorial Mestre Jou, 1975.

ROBERT, Luís. **O Judô**. 6.ed. Lisboa: Empresa Nacional De Publicidade, 1976.

VIRGILIO, S. **A Arte do Judô**. Campinas: Papyrus, 1986.

TRIVINOS, Augusto N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: Atlas S.A., 1987.

KISNER, Carolyn; COLBY, Lynn Allen. **Exercícios Terapêuticos Fundamentos e Técnicas**. 2. ed. São Paulo: Manole, 1992.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas S.A., 1992.

DELIBERADOR, Ângelo Peruca. **Judô Metodologia da Participação**. Londrina: Lido, 1996.

ROQUETTE, J. Sistematização e análise das técnicas de controle das quedas no Judô (“ukemis”). **Revista Ludens**, Lisboa, v. 14, n. 2, p. 45-53, abr./jun.1994.

NEGRÃO, Sidnei Scapucin. Prevenção de lesões em fisioterapia esportiva: uma experiência prática. **Âmbito Medicina Desportiva**, São Paulo, v.2, n.23, p. 7/12, set 1996.



TANHOFFER, R. A; TANHOFFER, C. S; TANHOFFER, E. A. ; LADEWING, I. **Lesões mais frequentes em atletas de judô acima de 18 anos em atividade competitiva.** Agora: Revista de divulgação científica da Universidade do Contestado, Concórdia v. 8, n. 1, p. 77-83, jan/jun. 2001.

FRANCHINI, Emerson. Judô Desempenho Competitivo. 1. ed. São Paulo: Manole, 2001.

PEREIRA, Maurício Gomes. **Epidemiologia Teoria e Prática.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de Metodologia Científica:** projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

PRETINCE, William E; VOIGHT, Michael L. **Técnicas em Reabilitação Músculoesquelética.** Porto Alegre: Artmed, 2003.

SANTOS, S. G. dos. **Estudo das Características de Impacto e da Percepção Humana de Conforto na Prática de “Ukemis” em Diferentes Tatames.** Florianópolis: UFSC., 2003. 176p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

SOUZA, Gabriela Conceição de et al . Rosiclea Campos no judô feminino brasileiro. **Rev. Estud. Fem.**, Florianópolis , v. 23, n. 2, p. 409-429, Aug. 2015 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-026X2015000200409&lng=en&nrm=iso>. access on 16 Oct. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-026X2015v23n2p409>.

TORRES, Sandroval Francisco. **Perfil Epidemiológico de Lesões no Esporte.** Dissertação de mestrado em engenharia de produção. 95 f. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.



O REGIME DE PARTILHA NA REGULAÇÃO JURÍDICA DO PRÉ-SAL: UMA ANÁLISE FURTADIANA DAS POTENCIALIDADES PERDIDAS.

Pablo Henrique Lopes De Carvalho¹, Moises Alves Soares²

¹ Graduação em Direito, UNISOCIESC, Joinville, SC, Brazil. E-mail:

pablo.lopes.019960@gmail.com Marquês de Olinda, Joinville, SC, Brazil, ² Doutor em Direito-. E-mail: moisesoares@gmail.com UNISOCIESC, Marquês de Olinda, Joinville, SC, Brazil.

Ética e desenvolvimento

Palavras-chave: Petrobrás. Ética Pública. Desenvolvimento. Regime de Partilha. Celso Furtado.

JUSTIFICATIVA:

Essa pesquisa tem um caráter voltado a estudar a regulação jurídica do pré-sal e sua influência sobre as potencialidades de desenvolvimento perdidas a partir do regime de partilha que, atualmente, é utilizado pelo Estado brasileiro, bem como este regime vem sendo destituído pela política neoliberal em curso.

Além disso, o estudo visa analisar como tal desmantelamento vem afetando a ética-pública quanto à redução percentual dos fundos arrecadados por meio de royalties. Nesse sentido, tal movimento reduz o papel do setor público na realização do desenvolvimento do país. A estruturação da temática do desenvolvimento nacional se dará a partir da teoria do economista brasileiro Celso Furtado sobre o desenvolvimentismo e a construção de uma sociedade que traga bem-estar social, distribuição de renda e integração nacional, em particular, no caso da Petrobrás enquanto empresa estatal.



OBJETIVOS

1. Explicitar a ideia de desenvolvimento e subdesenvolvimento em Celso Furtado.
2. Analisar o desenvolvimento dos regimes de exploração do petróleo no Brasil.
3. Analisar a formação do regime de partilha.
4. Analisar a transição do regime de partilha e as perdas potenciais que terá o desenvolvimento brasileiro.

METODOLOGIA

A metódica utilizada será estruturada em uma pesquisa bibliográfica e quantitativa e sua base teórica assenta-se no método furtadiano de análise da econômica.

RESULTADOS

O economista brasileiro Celso Furtado que deu vida a um método de análise do subdesenvolvimento latino-americano, um método que é estrutural, histórico e dualista. Ou seja, se tem um atraso diverso na América latina, porém em ritmos diferentes e que as causas desse atraso podem ser encontradas em sua concatenação histórica.

(...) convenci-me desde então de que o atual subdesenvolvimento é a resultante de um processo de dependência, e que para compreender esse fenômeno era necessário estudar a estrutura do sistema global: identificar as invariâncias no quadro de sua história. Mas o objetivo final era compreender as razões do atraso de um país que reunia as potencialidades do Brasil. (FURTADO, 1997. p.21-22).



Para Furtado (1961, p.46), o subdesenvolvimento latino-americano e brasileiro nada mais é, que um subproduto do desenvolvimento do capitalismo europeu, e, para superar tal condição, seria necessário realizar uma industrialização induzida – a formação de uma indústria estimulada por meio da intervenção do Estado.

A indústria, contudo, só gera desenvolvimento se for gerida pelo mercado interno e for feita com certo critério social. O desenvolvimento que segue tais premissas tem como força trazer também o bem-estar social, a distribuição de renda e a integração nacional.

Em seu contexto histórico ainda não superado, Furtado (2007, p.136) tem uma visão de que o Brasil necessita de uma economia planejada, que terá de se modificar rapidamente a morfologia social, a estrutura econômica do país. Um dos pontos centrais seria a criação de mercado interno como motor da economia nacional e o desenvolvimento de regiões de baixo índice populacional, porém com elevados índices de recursos naturais, seria realizada com o impulso tecnológico e um setor extrativista que acompanha o plano de desenvolvimento nacional.

Em 1950, Getúlio Vargas é eleito pelo voto popular e o Brasil pôde observar o surgimento de estratégias de desenvolvimento Segundo Fiori (2018, p.22) nos mostra, o dito atraso conforma uma economia que privilegia a reprodução de certa elite brasileira e a superação, mesmo que parcial, daquela condição deu-se com uma aliança estado-burguesa, com certa legitimação popular. Em 1953, como uma dessas medidas, Getúlio assina a mensagem ao congresso com o marco da industrialização do petróleo, criando o monopólio estatal e a sua executora a Petrobras. Nesse sentido, como foi criada com o poder centrado no estado, a Petrobras não agradou amplos setores da classe dominante brasileira. Sobre esta questão, Sampaio Junior esclarece:

O que caracteriza o desenvolvimento é o projeto social subjacente. O crescimento, tal qual o conhecemos, funda-se na preservação dos privilégios das elites que satisfazem seu afã de modernização. Quando o projeto social dá prioridade à efetiva melhoria das condições de



vida da maioria da população, o crescimento se metamorfoseia em desenvolvimento. Ora, essa metamorfose não se dá espontaneamente. Ela é fruto da realização de um projeto, expressão de uma vontade política. (SAMPAIO JÚNIOR, 1999, 171)

Já no período de redemocratização, com a Assembleia Nacional Constituinte, em sua subcomissão de princípios gerais, intervenção do estado, regime de propriedade do subsolo e da atividade econômica, houve a discussão sobre a exploração de recursos naturais. Pilatti (2008, p.68) documenta que as questões que se tratavam de monopólio estatal, capital nacional e estrangeiro, dividem opiniões de forma ideológica e polarizaram as decisões na subcomissão. Porém, os encaminhamentos não contrariam o método furtadiano, pois se defende a potencialidade estatal de induzir o desenvolvimento. Portanto, como resultado, a Constituição de 1988, em seu art.177, constitui o monopólio estatal do petróleo à União, que precocemente vem a acabar pela onda neoliberal pela emenda nº9/95. Assim, abrindo para participações de empresas estrangeiras na exploração do petróleo, contrariando em parte o método furtadiano. No entanto, não ocorreu a privatização da estatal e ela continuou como reguladora e executora principal do petróleo, porém com o regime de concessão ocorreu a perda do controle total do processo e a entrada importante do capital estrangeiro no setor de exploração.

A Descoberta da camada pré-sal em 2007, no governo de Luiz Inácio Lula da Silva, momento em que se tem até certo ponto o nacional-desenvolvimentismo, que coloca o Brasil em situação de condição de país emergente no cenário do mundo do petróleo. Segundo Lima (2008. p.484-485), este cenário marcado por um baixo risco na exploração, em virtude da prospecção e pesquisa realizada pela Petrobrás, leva a formação de um novo marco regulatório para extração desse petróleo. A ideia central seria alavancar o desenvolvimento nacional, a partir dos royalties do petróleo, onde se tem a instituição da Lei 12.351/10, criando o regime de partilha de produção, que mantém obrigatoriedade da Petrobras a participar de todos os blocos do pré-sal a serem explorados, não excluindo a participação da iniciativa privada. Neste ponto, é clara a existência de uma estratégia desenvolvimentista à Furtado, pois o



explorador majoritário ainda é a estatal brasileira. Mas é importante observar que existem possibilidades perdidas, pois o Estado moveu todo seu aparelho e descobriu com seus próprios recursos a camada do pré-sal, correndo os riscos, e, ainda assim, concedeu, por vezes baseado em valores irrisórios, a iniciativa privada ou mesmo empresas estatais de outras nações o controle de vários campos. Porém, ainda assim, manteve-se um percentual de 25% dos royalties para a saúde e outra importante quantia no percentual de 75% para a educação como um impulso para o desenvolvimento tecnológico nacional.

Com a nova guinada fortíssima do neoliberalismo no mundo, o presidente interino Michel Temer acaba por sancionar a Lei 4.567/16, que acaba lesando o desenvolvimento nacional, retirando a obrigatoriedade da Petrobras em participar dos próximos leilões do pré-sal e abrindo, assim, espaço total para o capital estrangeiro. Tal legislação não muda a destinação dos royalties, porém exclui aumenta o controle externo sobre reservas brasileiras, diminuindo a potencialidade da indústria nacional sobre o pré-sal e limitando o estímulo à produção de conteúdo nacional.

Então, vem a discussão do desenvolvimento ético, e se a regulação estatal é realmente feita de modo efetivo, visto a partir das práticas dos últimos anos, se elas são realmente éticas e se estas não acabam por lesar o desenvolvimento nacional.

CONCLUSÃO

Com base nos elementos do estudo apresentado, conclui-se que para um desenvolvimento ético do estado-nação a partir dos royalties adquiridos da exploração do pré-sal, deve se ter um estado intervencionista e protecionista. Nenhum país dito como de primeiro mundo se desenvolveu sem forte intervenção estatal com suas empresas estatais e sem que este proteja a sua economia para que interesses do capital externo não interfiram de modo negativo no desenvolvimento nacional.



REFERÊNCIAS

FURTADO, Celso. **Formação econômica do Brasil**. 34 ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

_____. **Aventuras de um Economista Brasileiro**. In: Celso Furtado: Obra Autobiográfica (vol. 2). São Paulo: Paz e Terra, 1997.

_____. (1961). **Desenvolvimento e subdesenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura.

LIMA, P. C. R.; O petróleo na Constituição de 1988: mudanças e perspectivas. In: José Cordeiro de Araújo; José de Sena Pereira Júnior; Lúcio Soares Pereira; Ricardo José Pereira Rodrigues. (Org.). **Ensaio sobre impactos da Constituição Federal de 1988**. 2ed. Brasília: Edições Câmara, 2008

PILATTI, A. A Constituinte de 1987-1988: **Progressistas, Conservadores, Ordem Econômica e Regras do Jogo**. 2. Ed. Rio de Janeiro - RJ: Lumen Juris, 2016. .

FIORI, JOSÉ LUÍS; Bielschowsky, R.; FERNANDEZ, V. R.; ORMAECHEA, E. ; MEDEIROS, C.; PINTO, E. C.; CINTRA, M. A. M.; ORDONEZ, S.; CAMPOLINA, B.; BRONDINO, G.. "As trajetórias intelectuais do debate sobre desenvolvimento na América Latina". In: CARLOS ANTÔNIO Brandão. (Org.). **TEORIAS E POLÍTICAS DO DESENVOLVIMENTO LATINO-AMERICANO**. 1ed. RIO DE JANEIRO: CONTRAPONTO, 2018.

SAMPAIO JUNIOR, P. S. A. **Entre a Nação e a Barbárie: os dilemas do capitalismo dependente**. Editoras Vozes, 1990.



USANDO LINGUAGENS VISUAIS PARA ENSINO E APRENDIZAGEM DE ALGORITMOS

Leandro A. Custódio^{1*}, Luiz C. Camargo²

Centro Univesitário Sociesc - Unisociesc. Campus Marquês de Olinda. Rua Gothard Kaesemodel, 833.
Joinville - SC

(1) leandro.arthurcustodio@gmail.com , (2) luiz.camargo@unisociesc.com.br.

RESUMO : A iniciação de jovens em linguagens de programação, sejam elas visuais ou não demanda criatividade, uma vez que é necessário despertar nesses jovens o interesse pela lógica de programação. Este trabalho, visa incentivar jovens do ensino médio da região de Joinville, SC nas linguagens de blocos por meio da ferramenta Scratch. A aplicação desta ferramenta tem como objetivo desmistificar a dificuldade relacionada à aprendizagem da programação de computadores, bem como promover o conhecimento a esses jovens para o mercado de trabalho.

INTRODUÇÃO

A área da computação está em ascensão no mercado de trabalho e demonstra uma grande demanda. Por exemplo as empresas divulgam postos de trabalhos em programação e eles não são preenchidos, na maioria das vezes falta habilidade do candidato. Isso se dá pelo fato de que, como relata [1], a aprendizagem em programação não é simples, requer dedicação, vontade e curiosidade. Para iniciar na área da computação, o indivíduo tem que estar motivado e disposto à aprendizagem. Entende-se que a lógica da programação é necessária para a compreensão da programação, já que ela é responsável por ordenar o raciocínio na execução de uma tarefa [2].

Este artigo tem como finalidade demonstrar a trajetória de um projeto implementado por um estudante do curso de Engenharia de Computação da Unisociesc, Joinville - SC. A proposta do projeto é dar apoio e ensinar os primeiros passos de programação e os elementos iniciais que a computação tem a oferecer a quem se aventurar a descobri-la. O projeto utiliza uma estrutura que é direcionada para um público jovem, visando alunos do ensino médio, não exclusivamente, sendo que nesta proposta conta com alunos de 12 a 22 anos, ou seja, alunos do ensino fundamental à graduação.

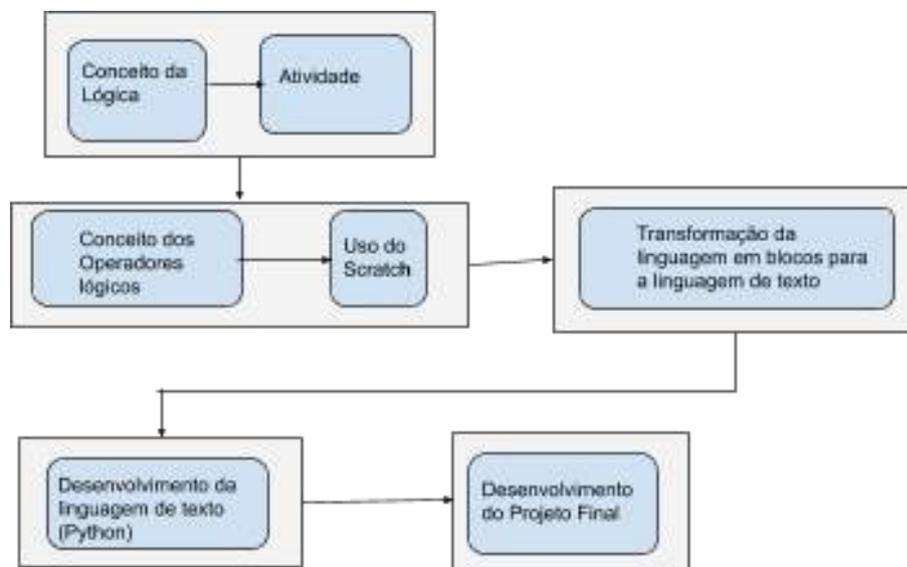


Devido a heterogeneidade dos participantes, a organização da aula e o preparo dos materiais utilizados precisam atender a uma gama de conhecimentos, considerando que há participantes com algum entendimento sobre programação, como também há participantes que não possui nenhuma concepção sobre programação. É evidente que, a fim de estimular a participação dos alunos, deve-se preparar uma aula engajada e motivacional para atendê-los, principalmente percebendo que a faixa etária envolvida no projeto exige um maior envolvimento pois dispersa facilmente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Visando o estímulo necessário para implementar o projeto e apresentar o mundo da programação aos estudantes do curso, planejou-se 5 módulos, os quais permitirão aos estudantes o conhecimento exigido para a iniciação na área de programação. Os módulos seguem a estrutura apresentada na Figura 1.

Figura 1: Fluxo do desenvolvimento do curso de programação para iniciantes



Fonte: O autor (2019)

O projeto consiste em cinco módulos, sendo que no primeiro é aplicado o conceito da lógica, seguido de atividades a fim de fixar o conteúdo trabalhado, o que é considerado como



base para que se inicie os conceitos dos operadores lógicos. A implementação é importante para motivar o estudante a entender os conceitos até então trabalhados. Dando continuidade ao programa, apresenta-se ao estudante as metodologias existentes para transformar a linguagem em blocos, trabalhada com a ferramenta Scratch, para a linguagem de texto, usando a linguagem Python [3], o que promove ao estudante a satisfação de programar. Com o intuito de identificar se o estudante está apto para a conclusão do curso, o último módulo exige um projeto final, no qual o estudante usa da sua criatividade para desenvolver um programa baseado nos conhecimentos adquiridos no curso.

RESULTADOS

O projeto encontra-se em desenvolvimento, sendo que nesta data foram preparados os quatro primeiros módulos, e ministrado o primeiro deles, que consiste em lógica. Considera-se que o último módulo será desenvolvido em conjunto com os estudantes. O primeiro módulo foi ministrado em 19/10/2019 com a participação de sete estudantes..

REFERÊNCIAS

1. ALVES, F.J. **Introdução a Linguagem de Programação Python**. São Paulo: Ciência Moderna, 2013.
2. SOUZA, M.A.F.; GOMES, M.M.; SOARES, M.V.; CONCILIO, R.; ALVES, F.J. **Algoritmo e Linguagem de Programação: Um texto introdutório para a Engenharia**. São Paulo: Cengage Learning, 2019.
3. WEINTROP, D.; WILENSKY, U. To Block or not to Block, That is the Question: Student's Perceptions of Blocks-based Programming. ***Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children - IDC '15***, Massachusetts, US, p. 199-208, 2015.



CENTRO DE EDUCAÇÃO INFANTIL COM ÊNFASE EM SUSTENTABILIDADE NA CIDADE DE GARUVA/SC – CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO – UNISOCIESC – CAMPUS JOINVILLE/SC.

Natani Pereira¹, Dalila R. Zanuzo²

¹ Natani Pereira do Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário UNISOCIESC, natani_pereira@hotmail.com; Telefone: (47) 9 97380385, Endereço: Rua Deodoro de Carvalho, 694 – Centro, Garuva-SC. ²Dalila Roggia Zanuzo; Professora orientadora do Curso Superior de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Sociedade Educacional de Santa Catarina - UNISOCIESC, Mestre em Engenharia Civil pela Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela UNISOCIESC, Joinville, Santa Catarina, Brasil. E-mail: dalila.zanuzo@unisociesc.com.br.

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como o intuito a elaboração de diretrizes de um anteprojeto de um Centro de Educação Infantil com Ênfase em Sustentabilidade, no Município de Garuva, Santa Catarina, onde atenderá criança com idades de 0 á 5 anos.

Um dos principais problemas que foi buscado para esse tema, é a carência de vagas para esse nível de ensino na cidade, segundo dados coletados em uma entrevista com a Secretária da Educação, em 2019 existem 104 crianças na fila de espera, gerando uma demanda a ser atendida.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2010 o município de Garuva era constituído 14.761 habitantes (IBGE, 2010), e no ano de 2019, possui uma estimativa de 18.145 habitantes (IBGE, 2019), ou seja, em nove anos a população aumentou em 25% demandando maior infraestrutura de serviços básicos, como é o caso da educação infantil.

De acordo com a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, é obrigação dos municípios fornecer a educação infantil em creches e pré-escola, vinculados pela Constituição Federal a manutenção e desenvolvimento do ensino.

A cidade é constituída por três creches e seis pré-escolas, conforme mostra tabela abaixo:



Tabela 01

ATENDIMENTO - EDUCAÇÃO INFANTIL			
	INSTITUIÇÃO	ANO DE INÍCIO DO ATENDIMENTO	QUANTIDADE DE ALUNOS
01	Pré Escolar Dente de Leite	1987	204
02	Pré Escolar Victória J. Pensky	2004	228
03	Creche M. Frei José Bertoldi	1991	122
04	Creche M. João de Deus	2010	153
05	Creche M. Maria C. Saad	2014	155
06	Pré da Iça (Interior)	2006	43
07	Pré da Escola Guilherme (Interior)	1996	50
08	Pré da Escola Ernesto (Interior)	1991	27
09	Pré da Escola Maria Martins	1996	28

Fonte: Secretária da Cidade de Garuva-SC (2019).

Desta forma, com o número de habitantes crescente o município necessita de mais um Centro de Educação Infantil, sendo o dever dos pais ou responsáveis efetuar a matrícula das crianças na educação básica a partir dos 4 anos de idade, (Lei nº 12. 796, de 4 abril de 2016), podendo os pais serem multados, caso não seja respeitado a nova legislação, os valores podem ser variados de três a vinte salario mínimos, (Art. 249 do Estatuto da Criança e do Adolescente - Lei 8069/90).

Outro princípio que será estudado para esse tema, é a ausência de uma CEI com viés sustentável no município, pois o conhecimento ambiental estudado desde criança, podem influenciar comportamentos futuros. As crianças representam as possíveis gerações futuras, onde elas estão em fase de desenvolvimento cognitivo, considerando-se que nelas a consciência ambiental possa ser internalizada e traduzida de forma mais prática do que nós adultos onde já possuímos atitudes formadas (CARVALHO, 2001).

Para o desenvolvimento deste trabalho foi determinado como objetivo geral o desenvolvimento de diretrizes de um CEI com Ênfase em Sustentabilidade. Para atender o



objetivo geral, foram propostos os seguintes objetivos específico, levando em consideração os seguintes pilares: Pessoa, lugar e construção.

- Pessoa: Identificar o perfil dos usuários (crianças e funcionários) e suas respectivas necessidades e culturas.
- Lugar: Analisar teóricos sobre lugar e definir na cidade de Garuva o melhor local para o anteprojeto de um CEI.
- Construção: Pesquisar tipologias construtivas que estimulem a criatividade e o desenvolvimento cognitivo.
- Construção: Buscar tecnologias, sistemas construtivos, conforto ambiental (acústica, luminotécnica e ambiental) que permitam a sustentabilidade.

Com a finalidade de atender o objetivo específicos foram analisados alguns tópicos principais para o desenvolvimento da metodologia que são: pessoa, lugar, construção.

Tabela 02

MATRIZ METOLOGICA			
Objetivo	Dados para coleta	Método	Resultado
Pessoa	Idade dos alunos. Perfil do Usuário. Necessidade Características	Entrevista com os professores. Atividade com os alunos. Revisão Bibliográfica	Diretrizes. Programa de necessidades.
Lugar	Terreno amplo. Local mais tranquilo. De fácil acesso	Estudo de campo. Levantamento de dados. Revisão Bibliográfica	Escolha do terreno.
Construção	Conforto, tipologia, acessibilidade	Livros, NBR, artigos.	Diretrizes. Soluções construtivas.
Construção	Variações climáticas, técnicas construtivas,	Livros, NBR,	Diretrizes.



	tecnologias sustentáveis e acessíveis.	artigos.	Soluções construtivas.
--	--	----------	------------------------

Fonte: A autora (2019).

DESENVOLVIMENTO

2.1 PESSOA

A relação com o aluno e a escola necessitava ser fundamental para o desenvolvimento da criança. De acordo com Silva (2010), o que se dá por meio de relações e convivências entre os indivíduos é através da construção de uma sociedade, a primeira interação que ocorre com outra pessoa acontece na família, que posteriormente adentra-se no espaço escolar, é na escola que a criança entra em contato com outros indivíduos, começando a conhecer e a conviver com as diferenças dos outros.

Através do contato com seu próprio corpo, com as coisas do seu ambiente, bem através de interação com outras crianças e adultos, as crianças vão desenvolvendo a capacidade afetiva a sensibilidade e a autoestima, o raciocínio, o pensamento e a linguagem. A articulação com os diferentes níveis de desenvolvimento, (motor,afetivo e cognitivo) não se da de forma isolada, mas sim de forma simultânea e integrada. (PIAGET, VYGOTSKY, WALLON, 2001).

Foi realizado atividades com 25 alunos do pré, com idades de 5 anos, havendo como o ponto principal, “o que eles gostariam que tivessem no pré” e “do que eles sentem mais falta”, com uma grande maioria citando que queriam um parque com mais brinquedos e maior, como playgroud, gira-gira, casinha de boneca, gangorra, entre outros, pois no pré onde estudam o parquinho é composto por dois escorregadores e além do mais é um parque pequeno, para a demanda de alunos constituídos. Conforme a figura 01, 02 e 03, são as atividades de alguns alunos, demonstrando do que eles gostariam que tivessem no pré, sendo representados pela grande maioria.



Figura - 01



Figura - 02



Figura - 03



Também foram feitas entrevistas, com 15 professoras de uma CEI da cidade, tendo o foco no que poderiam ser melhorado em relação ao ambiente do Centro de Educação onde trabalham. Dentre o que foram perguntando, seguem gráficos:

Gráfico - 01

03



Gráfico - 02

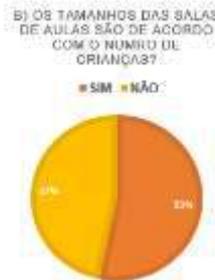
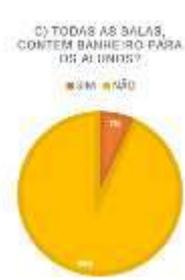


Gráfico -



No gráfico 01, as professoras sentem uma carência grande de uma brinquedoteca, pois onde trabalham não contem, facilitando as atividades com os alunos, contendo dinâmicas mais produtivas.

No gráfico 02, 53% assinalaram que os tamanhos das salas de aulas não são de acordo com o número de crianças, onde a melhor opção seria, elaborar salas maiores ou a mais.

Conforme especificado no gráfico 03, quase a totalidade de 100% das professoras, assinalaram que as salas de aulas não contem banheiros adequados para as crianças, pois os mesmos, ficam longe, o ideal seria cada sala conter seu banheiro apropriado, de acordo com a idade dos alunos.

No gráfico 04, 55% assinalaram que trabalhariam com horta escolar, duas professoras descreveram que estão trabalhando com a horta e acham essencial, pois assim



as crianças tem o contato com a natureza e as outras 45% assinalaram não, levando as limitações através dos alunos com idades de 04 meses a 1 ano.

De acordo com o gráfico 05, 80% assinalaram todas as opções, contendo uma demanda a ser atendida. No gráfico 06, 87% marcaram que sentem dificuldades pedagógicas relacionadas a falta de espaços adequados, muitas frisaram novamente a falta de brinquedoteca, parque externo propícios, pois apenas contém um parque na área interna, e salas maiores, pois as mesmas dificultam as realizações de determinadas atividades.

Gráfico - 04

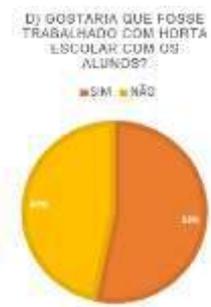


Gráfico - 05

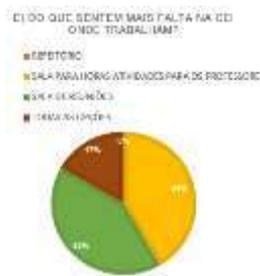


Gráfico - 06



A partir dessas entrevistas e atividades, conclui-se que para as professoras a necessidade principal seria em ter salas mais amplas com banheiros, brinquedoteca estimulando o desenvolvimento das crianças e um parque na área externa da CEI e para os alunos, um parque mais espaço, formado com mais brinquedos, ajudando assim também o estímulo e desenvolvimento dos mesmos.

2.2 LUGAR

Com relação ao lugar, há alguns autores que comentam a respeito, para Kowaltoski (2011), o ambiente escolar precisa ser afastado de grandes avenidas, preservando o conforto acústico das salas de aula e trazendo segurança na locomoção dos estudantes, além do mais é interessante que a escola esteja longe de rotas de aviões.

Para Santos (1994), o que existem em um lugar, está vinculado em outros elementos desse lugar, o que determina o lugar é uma teia de objetos e ações causando o



efeito, que se configura em um contexto e atinge todas as variáveis que existem e as novas que se vão internalizar, deste modo o bairro é um lugar, pois a vida das relações cotidianas tem o seu espaço imediato, relações de vizinhança, encontro dos conhecidos, elos de personalidade entre as populações e entre as populações e o local.

A educação é realizada pelos adultos, onde tem por objetivo produzir e desenvolver na criança um certo número de disposições físicas, intelectuais e morais, para que elas possam viver em sociedade (DURKHEIM, 1955).

Para Kowaltoski (2011, p. 193):

a linguagem arquitetônica escolhida no projeto deve expressar a pedagogia e os valores da escola na comunidade.

Uma CEI precisa estar inserida em um contexto comunitário conforme ainda, Kowaltoski, cita (2011, p. 193):

Três aspectos criam a integração de uma escola com a sua comunidade:

- Localização: próximo ao centro da comunidade.
- Relação com o comércio local e a infraestrutura social e cultural existente.
- Abertura para a comunidade utilizar o espaço escolar em eventos.

A partir desses conceitos, um local calmo, de fácil acesso e seguro seria o mais adequado para possuir um Centro de Educação. Serão feitos levantamento de dados, para a escolha do terreno, onde deverá ter a necessidade de uma CEI, contendo a carência para ser implantado.

2.3 CONSTRUÇÃO

A educação é um forte instrumento de mudanças, a educação ambiental pode ser inserida as crianças em idade escolar na interdisciplinaridade, da sustentabilidade, podendo ser obtidos através de aulas, excursões locais e o uso da própria escola como um recurso físico de aprendizado. (EDWARDS, 2005).

O anteprojeto deverá ser pensado do início ao fim onde necessitará ser utilizado recursos que cause menos impacto, priorizando a mão de obra local, evitando desperdício e retrabalhos, contendo a função de não prejudicar o meio ambiente.



A associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (ASBEA), constitui algumas diretrizes e princípios básicos para construção de empreendimentos sustentáveis, dentre as quais destacam-se:

- Aspectos urbanos; paisagem e mobilidade; materiais; resíduos; energia; conforto térmico e acústico; água e efluentes; operação e manutenção.

2.3.1 TIPOLOGIA

As salas de aulas serão que ser pensadas de acordo com a idade dos alunos, pois cada idade deverá ter uma tipologia diferenciada. Segundo Kowaltowski (2011), no contexto internacional, a forma da sala de aula ideal é definida através do programa de necessidades. Cada sala irá necessitar de um equipamento diferenciado, de acordo com a idade das crianças, conforme mostra a tabela 03:

Tabela 03

	Bw c	Berço s	Tatame s	Brinquedo s	Solári o	Mesas e cadeira s	Colchã o e puffs	Fraldári o
Berçário (até 1 ano).	X	X	X	X	X		X	X
Materna I I (1 á 2 anos).	X	X	X	X	X	X	X	X
Materna I II (2 á 3 anos).	X		X	X	X	X	X	X
Materna I III e Pré (3 á 5 anos).	X		X	X	X	X	X	

Fonte: A autora (2019).



Dessa forma, cada sala terá uma aparência diferente, suprimindo a necessidade dos alunos e professores. Conforme a figura 04 e figura 05, esses modelos de salas, seriam compatíveis para os alunos do berçário, maternal I e II tendo equipamentos adequados, conforme sua idade.

Figura - 04

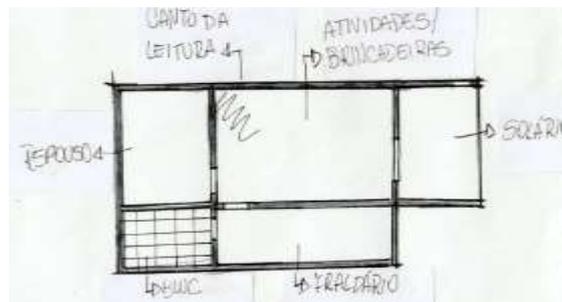


Figura - 05



Fonte: Autora (2019).

Fonte: Google.

De acordo com a figura 06, a sala seria apropriada para os alunos do Maternal III, contendo materiais propícios a sua idade. Na figura 07 é o mais adequado para o Pré, contendo banheiros na parte de fora da sala.



Figura - 06



Figura - 07



Fonte: Autora (2019).

Fonte: Autora (2019).

Conforme demonstra as figuras 08 e 09, os alunos não precisam necessariamente fazer suas atividades apenas nas mesas, podendo também fazer nos puffs, chão, solário, sendo um diferencial para aprendizagem das crianças.

Os prédios escolares atuais são criticados porque suas salas de aula de padrão usual não passam de um monte de cadeiras voltadas para um quadro negro e uma mesa de professor bem imponente em cima de um tablado. (KOWALTOWSKI, 2011, p.161, apud KANITZ, 2000, p.21).

Figura - 08



Fonte: Google.

Figura - 09



Fonte: Hypeness.

Figura - 10



Fonte: Google.

A configuração das salas de aula tradicionais não permite olhar para os colegas de classe e trocar ideias, o que prejudica o relacionamento. Apesar dos diversos estudos que comprovam a necessidade de inovação, a maioria das escolas Brasileiras ainda apresenta o criticado modo de ensino tradicional, que acaba por utilizar os espaços disponíveis de forma pouco criativa. (KOWALTOWSKI, 2011, p.161).



As salas deverão sair do tradicional, com mesas e cadeiras com cantos arredondados, estando desenhadas de várias formas, podendo até mesmo as crianças brincarem com a forma que elas queiram fazer suas atividades, sendo capaz de serem flexíveis, salas amplas e lúdicas, desenvolvendo deste modo o aprendizado da criança, conforme mostra a figura 10.

2.3.2 ACESSIBILIDADE

De acordo com a NBR 9050/2015 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, sugere que deva existir rota flexíveis ligando o acesso de alunos às áreas administrativas, recreação, alimentação, sala de aulas e demais ambientes pedagógicos, devendo todos os ambientes ser acessíveis.

2.3.3 MATERIAIS

Foram estudados materiais, que seriam o mais adequado para o anteprojeto, conforme itens abaixo:

- Paredes pré-fabricadas: É uma construção que oferece vários benefícios, sendo uma construção natural. (PINTO, 2016 apud BIBM, 2002).
- Janelas grandes: Para conter a ventilação natural cruzada, em todas as salas de aulas as que estão em andares altos deverão conter proteção, para evitar acidentes e quedas. (KOWALTOSKI, 2011).
- Brises soleis: São protetores solares externos, apresentando como o mais eficiente, barrando o calor antes que eles penetrem no ambiente, reduzindo as cargas térmica, melhorando a distribuição da iluminação, permitindo a ventilação e diminuindo o consumo energético. (SILVA; AMORIM, 2008).
- Telhados com cores claras: Tem como objetivo na construção civil a redução de temperatura no interior do ambiente, diminuindo o consumo de energia. (SIQUEIRA, 2012).
- Tintas ecológicas: Podem ser substituídas pelas tintas tradicionais, as tintas ecológicas ou naturais, sendo mais saudáveis aos ocupantes do ambiente. (COSTA; SALES, 2018).
- Lâmpada de LED: São mais econômicas, apresentam maior durabilidades. (SANTOS; BATISTA; POZZA; ROSSI, 2015).



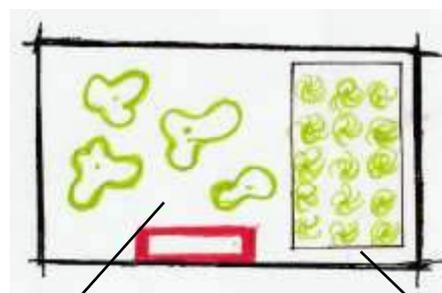
- Consumo de água: Os redutores passam através da imposição de uma perda de carga localizada no sistema, trazendo a economia do consumo e os arejadores reduzem a passagem da água pela introdução de peças perfuradas. (VIMIEIRO, 2005).
- Piso vinílico: Os revestimentos são resistentes, sendo um material sintético, e a cortiça que será utilizada é um material de piso resiliente que possibilita o amortecimento aos choques, além de serem também um material natural e sustentável. (MARTINS, 2012).
- Aquecimento solar de água – reservatório térmico boiler: O Boiler é uma estrutura constituída em um tanque, que armazena água quente e fria, (MENDES, 2016). Sendo assim utilizando água quente para os banhos das crianças.
- Playgrounds: Segundo Abbud (2010), esses brinquedos devem estar de preferência assentados sobre pisos macios (emborrachados), onde as crianças possam engatinhar, praticar os primeiros passos e cair à vontade, sem se machucar.

2.3.4 SUSTENTABILIDADE NO AMBIENTE ESCOLAR

A escola em função do seu papel no desenvolvimento, deve possuir uma posição mais efetiva na luta pelo meio ambiente, constituir um espaço mais participativo, acumulando funções sociais, vai ao encontro da definição desse espaço em formação a gestão participativa. (BRITO; SIVERES; CUNHA, 2018).

Além dos materiais citados no tópico 2.3.3, serão trabalhados também:

Figura - 11



Fonte: A autora (2019).

Horta: Torna-se um laboratório vivo, a horta inserida no ambiente escolar, que possibilita o desenvolvimento de diversas atividades. (MORGADO, 2008).

Compostagem: É um processo biológico de reciclagem da matéria orgânica. (GODOY, 2011) Podendo assim ser usadas para horta que os alunos irão utilizar

Área verde: É de suma importância a existências das áreas verdes, nos espaços urbanos a partir do espaço escolar, capacitando os educandos a serem responsáveis pela melhoria da qualidade de vida. (GUMY, 2016)

Reciclagem: baseado na coleta seletiva e reaproveitamento, para a reutilização na fabricação de outros produtos. (CASTRO, 2008).



2.3.5 CONFORTO AMBIENTAL

Segundo Edwards (2005), o projeto do edifício, para se adaptar as mudanças climáticas, devem ser observados, os três princípios:

- o volume e a superfície da edificação, são fundamentais para sua sobrevivência, adaptabilidade e eficiência energética a longo prazo;
- deve ser superior á media o padrão construtivo, contendo melhor isolamento, maior qualidades dos materiais;
- os sistemas de instalações devem ser atualizadas facilmente, relacionado ao condicionamento de ar e ao abastecimento de energias renováveis.

De acordo com a NBR 15220, o conforto térmico serve para satisfação psicológica de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente.

Para ser gerado conforto térmico, a vegetação é fundamental para o local, melhorando a qualidade do ar, diminuindo o uso de ar condicionados para poder ter o devido conforto, dentro e fora do ambiente.

Alguns exemplos de vegetação que faz parte da Mata Atlântica na região de Garuva/Santa Catarina, são:

- Palmeiro, grama São Carlos e cedro

Segundo Lamberts (2014), o que descrevem as variáveis climáticas são as características gerais, como o sol, nuvem, ventos, temperatura umidade e precipitações, onde é fundamental ter conhecimento sobre o assunto quando for executar um projeto, para ter mais conforto e eficiência no consumo de energia.

De acordo com a NBR 15.220-3, Garuva não está inserida na zona bioclimática, porem São Francisco do Sul está estabelecida, podendo assim representar, já que é uma cidade próxima. Contudo a zona sugere aberturas para a ventilação medias e sombreamento nas aberturas, as vedações externas da parede leve refletora e a cobertura leve e isolada, a estratégias de condicionamento térmico passivo, obtendo ventilação cruzada no verão e vedações internas pesadas (inércia térmica) no inverno. Segundo IBGE a cidade é classificada como subtropical úmida.

Os ambientes deverão estar em determinados pontos, para serem aproveitados a ventilação e a luz natural, economizando energia para ambas as partes, pois a falta de ventilação o espaço fica mais úmidos e quentes, assim não contendo o devido conforto para



as crianças e funcionários. Deste modo as janelas deverão ser funcionais para a entrada de vento e luz.

3.0 ANÁLISE DE PROJETOS

De acordo com os conceitos apresentados, foram analisados dois estudos de correlatos e um estudo de caso, que foi através de uma visita no lugar, sendo justificado a partir das seguintes análises: o primeiro correlato (Escola Estadual Erich), foi pelo fato de ser a primeira instituição de ensino sustentável da América Latina, ao receber o certificado Leed. O segundo correlato (Escola Primária The Sunhouse), foi pois, contribui para o meio ambiente ao seu redor quanto para a saúde e o conforto das crianças e funcionários que utilizam o espaço. E a escolha do estudo de caso (Colégio Positivo), foi porque é o primeiro edifício do Brasil nível ouro a receber a certificação ambiental LEED. Sendo assim interessante para a proposta do anteprojeto.

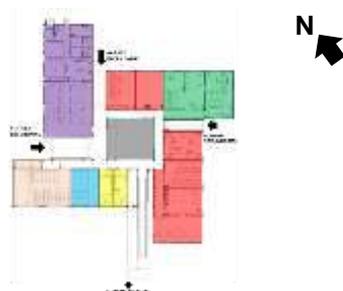
3.1 ESTUDOS DE CORRELATOS

Escola Estadual Erich Walter Heine

Ficha Técnica: Fica localizado no Bairro Santa Cruz, Rio de Janeiro- BR, contendo 2.692,96 m², terreno totalizando 8.250,00 m², porém são utilizados apenas 7.060,00m², projetado pelo escritório Arktos.

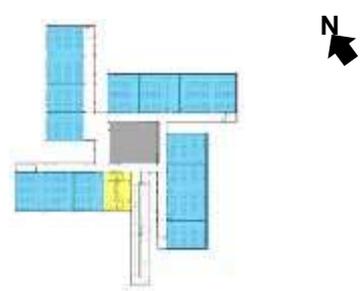
Setorização: Contém uma boa divisão dos ambientes, faltando mais banheiros nos pavimentos, para facilitar aos estudantes e funcionários

Figura – 12 (Planta baixa 1 pav)



Fonte: Archdaily (2014), adaptada pela autora (2019).

Figura – 13 (Planta baixa 2 pav)



Fonte: Archdaily (2014), autora (2019).

Legenda:

- Administração
- Laboratórios
- Serviços
- Auditório
- Salas de aula
- Escalador



■ Pátio

Acessibilidade: A escola foi planejada para facilitar, incluir e dar acessos fáceis a todos, nas áreas de circulações não há degraus, sendo composto por rampas e as salas estão em nível zero e possui inscrições em braile

Conforto: É constituída por grandes janelas nas salas e com áreas de circulação que aumentam a iluminação natural. As fachadas nortes contem brises verticais que além do sombreamento, protegem a fachada com vegetação regionais, para evitar o calor.

Sustentabilidade: é a primeira Escola da América Latina a receber o Certificado LEED Schools, do Green Building Council.

Escola primária The Sunhouse

Ficha Técnica: A Escola fica localizada em Horsholm na Dinamarca, foi construída no ano de 2011, contendo área total de 1.300,00 m², projetada pelo escritório Christensen e CO. Architects.

Setorização: O edifício é dividido em três zonas, área de chegada dos funcionários, área para crianças pequenas com fácil acesso a um dormitório, área para crianças mais velhas com salas de grupos e playgrounds ao ar livre.

Figura – 14 (Planta baixa)



Fonte: Archdaily (2011), adaptada pela autora (2019).

Acessibilidade: Como a instituição contém apenas 1 pavimento, não possui escadas e nem rampas para acessos e as salas estão em nível zero.



Conforto: As salas contem ar fresco na instituição, garantindo um clima saudável e bom nos ambientes, com ventilação cruzada e garantindo o uso ideal da luz do dia.

Sustentabilidade: Foi projetada para ensinar as crianças desde pequenos como proteger o meio ambiente, possuindo estufas, onde os funcionários e as crianças possam cultivar e interagir com a natureza. A escola utiliza fontes de energia renováveis e foi projetada para produzir mais energia do que consome, o telhado voltado ao sul, os coletores solares colhem energia diretamente do sol e convertem em calor e água quente.

3.2 ESTUDO DE CASO

Colégio Positivo Internacional

Ficha Técnica: A Escola fica localizada na Cidade de Curitiba, Paraná –BR, construída no ano de 2013, contendo área total de 5.000,00 m², projetada pelo escritório Manoel Coelho Arquitetura e Design.

Setorização: No térreo é composto pela entrada principal, onde logo em seguida chega ao setor administrativo, contendo um pátio na parte interna no qual pode ser fechado em dias de frio, parque na área externa, no térreo as salas de aulas são para os alunos do pré I e II. No 1º pavimento as salas de aulas são para os alunos do 1º e 2º ano e já no 2º pavimento as salas são constituídas para alunos do 3º ao 5º ano.

Figura – 15

(Planta baixa,terreo).



Fonte: Archdaily (2013)
Archdaily (2013)
adaptada pela autora (2019).
autora (2019).

Figura – 16

(Planta baixa, 1 pav).



Fonte: Archdaily (2013)
adaptada pela autora (2019).

Figura – 17

(Planta baixa,2 pav).



Fonte:
adaptada pela



Legenda:

- Administração
- Pátio
- Parque
- Escada
- Salas de aula
- Bwc
- Elevador
- Achados e perdidos
- Biblioteca
- Refeitório

Acessibilidade: Contem rampas com a inclinação correta, dois elevadores, sendo um próprio para cadeirante e escadas de acordo com a norma.

Conforto: Todas as salas de aulas são voltadas ao norte, constituídas de proteção solar com brises, ventilação cruzada, sendo aproveitada da luz natural através da zenital. No térreo contém um sistema de tubulação de água abaixo do piso, que é aquecido em dias de frio. (Apenas nas salas de aulas). A escola é composta por muitas plantas nativas ajudando no conforto térmico dos ambientes.

Sustentabilidade: É o primeiro edifício do Brasil nível ouro em construção verde ao receber a certificação ambiental LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). O selo de ouro, concebido pelo Green Building Council Brasil, membro do World Building Council, conselho mundial que incentiva e regula operações sustentáveis na construção civil.

3.3 TABELA COMPARATIVA

Tabela 04

IMPLICAÇÕES DO PROJETO	ESCOLA ESTADUAL ERICH	ESCOLA THE SUNHOUSE	COLÉGIO POSITIVO
Setorização	Boa divisão dos ambientes.	Distribuição das salas de acordo com a idade dos alunos.	Distribuição das salas de acordo com a idade dos alunos.
Acessibilidade	Rampas, salas nível zero, portas largas, salas com inscrições em braile.	Salas nível zero.	Escadas, rampas, dois elevadores, sendo 1 apenas para cadeirantes.
Conforto	Ventilação cruzada, grandes janelas, vidros verdes, brises vegetais,	Ventilação cruzada, ventilação mecânica, luz natural.	Ventilação cruzada, luz natural, tubulações de água abaixo do piso, vegetação nativa, brises.
Sustentabilidade	Lâmpadas LED, sistema de captação de água, painel solar, coleta de compostagem, horta orgânica, telhado verde. Certifica LEED School	Painel solar, luminária baixa energia, telhado verde, horta, coletores solar que convertem em calor e água quente.	Luminárias inteligentes, arejadores, reaproveitamento da água da chuva, horta. Certificado ambiental LEED.

Fonte: A autora (2019).



4.0 ANÁLISE DO TERRENO

Como já abordados no item 2.2 um local calmo, de fácil acesso e seguro seria o mais adequado para possuir um Centro de Educação. A cidade analisada para fazer o anteprojeto será Garuva/SC, onde fica localizada no norte de Santa Catarina, as margens da BR-101, entre Curitiba/PR e Joinville/SC e faz passagem para Itapoá/SC e Guaratuba/PR, onde necessita da implantação de uma CEI.

Segunda a teoria de Farr (2013), o raio de 400 m, é um parâmetro para a formação de unidade de vizinhança com tamanhos razoáveis e com orientações inerente para o pedestre, bairros de diversos tamanhos e formas podem satisfazer o teste de 400 m, como escolas, podendo estar localizando onde sejam compartilhados por mais de um bairro.

Mapa 01



Fonte: Prefeitura de Garuva, adaptado pela autora (2019).

A partir dos conceitos de Farr, foram feitas análises das Creches e Pré existente no Centro da cidade, conforme mostra mapa 01, com um raio de 400 m cada.



Mapa 02



Fonte: Google maps, modificado pela autora (2019).

 Lazer	 Religioso			
 Terreno	 Residência	 Comércio	 Saúde	 Institucional
 Uso misto				

O entorno do terreno foi analisado no raio de 450m sendo influente por edificações residências e constituídas por alguns comércios e usos mistos. No mapa 02, pode ser analisado os tipos de uso e ocupação do solo.

Com dados retirados da Lei complementar nº 112 de 27 de Dezembro de 2018 da prefeitura de Garuva, o terreno está inserido na Zona AUAP – Área de Adensamento Prioritário. Os usos admitidos são R1, R2, R3, CS1, CS2, CS4, CS8 e E. Com recuos frontal de 5,00m, lateral 1,50m e fundos 2,00 m. TO 70%, TP 15%, CAL 5,00 e Gab 4,00. O dimensionamento do terreno é 90,00 metros para a Rua Rui Barsosa, por 78,62 metros para a Rua Santa Catarina, contendo 7.075,80 m²

5.0 DIRETRIZES DO PROJETO

De acordo com o conteúdo analisado, foi determinada as seguintes diretrizes:

- **Tipologia:** Definido através de programas de necessidades, pois cada sala deverá ter uma tipologia diferenciada de acordo com a idade do aluno.



- **Acessibilidade:** Por meio de rampas, espaços e mobiliários flexíveis, devendo todos os ambientes serem acessíveis.
- **Materiais:** O mais adequado para o anteprojeto, sendo com viés sustentável.
- **Sustentabilidade:** Captação da água da chuva, brises, vegetação.
- **Sustentabilidade no ambiente escolar:** para serem trabalhados com os alunos, ajudando na criatividade e no desenvolvimento cognitivo.
- **Conforto ambiental:** através das análises das posições que estarão salas, e os estudos da ventilação e luz natural.

REFERÊNCIAS

ABBUD, Benedito. **Criando Paisagem:** Guia de trabalho em arquitetura paisagística. 4. ed. São Paulo: Senac, 2010. 207 p.

ARCHDAILY. **Colégio Positivo Internacional.** Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/872442/colégio-positivo-internacional-manoel-coelho-arquitetura-e-design>. Acesso em 13 out, 2019.

ARCHDAILY. **Colégio público do Rio de Janeiro.** Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/01-164540/colégio-publico-do-rio-de-janeiro-e-a-primeira-escola-sustentavel-certificada-da-america-latina?ad_source=search&ad_medium=search_result_all. Acesso em 12 out, 2019.

ARCHDAILY. Sunhouse / Christensen & Co Architects. Disponível em: <https://www.archdaily.com/170751/sunhouse-christensen-co-architects>. Acesso em 12 out, 2019.

ARCOWEB. NO RIO, A PRIMEIRA ESCOLA COM SELO LEED. Disponível: <https://www.arcoweb.com.br/finestra/tecnologia/ecoeficiencia---certificacao-escola-do-rio-de-janeiro-e-a-primeira-da-america-latina-a-receber-o-certificado-leed-schools>. Acesso em 12 out, 2019.

ASBEA. GUIA Sustentabilidade na Arquitetura: Diretrizes de escopo para para projetistas e contratantes. Disponível em: <http://www.asbea.org.br/userfiles/manuais/d9b83e8c0c8967c0bfc18c3e4b7a16> cf.pdf. Acesso em: 21 se.2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220-3:** ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro: Copyright, 203.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220:** ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro: Copyright, 2003. 66 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050:** Associação Brasileira de Normas Técnicas. 3º ed. Rio de Janeiro: Norma Brasileira, 2015. 163 p.



BRITO, Renato de Oliveira; SIVERES, Luíz. **O uso de indicadores para avaliação qualitativa de projetos educativos socioambientais: a gestão participativa no ambiente escolar.** 2018. 21 f. TCC (Graduação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

CARVALHO, I.C.M. Qual educação ambiental?: Elementos para um debate sobre educação ambiental e extensão rural. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, p.43-51, abr./jun. 2001. Acesso em: 12 set. 2019.

CASTRO, Aparecida de Castro, **A RECICLAGEM NO CONTEXTO ESCOLAR. 2008.**

CHRISTENSEN E CO. THE SUNHOUSE. Disponível em: <https://ccoarch.com/projects/the-sunhouse/>. Acesso em 12 out, 2019.

COLEGIO POSITIVO. Certificação LEED no Colégio Positivo Internacional. Disponível em: <https://www.colegiopositivo.com.br/noticias/certificacao-leed-no-colegio-positivo-internacional/>. Acesso em 12 out, 2019.

COSTA, T.o.; SALES, F. H. S.. **TINTAS ECOLÓGICAS A PARTIR DE MINERAIS ENCONTRADOS NA COSTA MARANHENSE.** 2016. 14 f. - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – Ifma, Maranhão, 2018.

CRAIDY, Carmen Maria et al. **Educação Infantil: Pra que te quero?** Porto Alegre: Artmed Editográfica, 2001. p. 1-153.

DURKHEIM, Émile. **Educação e Sociologia: A EDUCAÇÃO, SUA NATUREZA E SEU PAPEL.** São Paulo: Melhoramentos, 1975. 49 p.

ECOTELHADO. ECOTELHADO PRESENTE NA PRIMEIRA ESCOLA SUSTENTÁVEL DA AMÉRICA LATINA. Disponível em: <https://ecotelhado.com/sistema/colegio-erich-heine-ri/>. Acesso em 12 out, 2019.

EDWARDS, Brian. **O guia básico para a sustentabilidade.** Barcelona: Editora Gustavo Gili, 2013. 226 p.

Estatuto da Criança e do Adolescente. **Art. 249 do Estatuto da Criança e do Adolescente - Lei 8069/90.** 1990. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10581741/artigo-249-da-lei-n-8069-de-13-de-julho-de-1990>>. Acesso em: 11 set. 2019.

FARR, Douglas. **Urbanismo Sustentável.** Porto Alegre, RS: 2013. Editora Bookman.

FELDHAUS, Lucileide. **Número de alunos rede Municipa de Garuva.** [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <natani_pereira@hotmail.com>. em: 04 out. 2019.

GODOY, C.J. Compostagem Gestão sustentável dos resíduos orgânicos, SEBRAE, Cuiabá MT, p.1-7, MAI. 2014. Acesso em: 30 set. 2019. Disponível em: http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/5_RI_MAIO_COMPOSTAGEM.pdf

GUMY, Gilmar. **A Percepção e a Importância das Áreas Verdes no Ambiente Escolar.** 2016. 28 f. Unicentro – Universidade Estadual do Centro-oeste – Campus Irati, Irati, 2016.



JURÍDICOS, Presidência da República Casa Civil Subchefia Para Assuntos. **LEI Nº 9.394, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1996.** 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acesso em: 12 set. 2019.

KOWALTOSKI, Doris C. C. K. *Arquitetura Escolar, o projeto do ambiente de ensino.* São Paulo, Oficina de Textos, 2011.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. **Eficiência Energética.** Rio de Janeiro: Procel, 2014. 382 p. (3).

MARTINS, Albano Joaquim Gomes. **ESTUDO DA DURABILIDADE DOS REVESTIMENTOS DE PISO.** 2012. 415 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2012.

MCA. **Colégio Positivo Internacional.** Disponível em: <http://www.mcacoelho.com.br/?portfolio=colegio-positivo-internacional>. Acesso em 12 out, 2019.

MENDES, Ana Cláudia Ferreira. **ESTUDO DA ESTRATIFICAÇÃO TÉRMICA DE UM BOILER PARA AQUECIMENTO DOMÉSTICO DE ÁGUA.** 2015. 9 f.- Curso de Eng Química, Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química, Uberlândia, 2016.

MORGADO, Fernanda da Silva. **A HORTA ESCOLAR NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ALIMENTAR: EXPERIÊNCIA DO PROJETO HORTA VIVA NAS ESCOLAS MUNICIPAIS DE FLORIANÓPOLIS.** 2008. 10 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Ufsc, Itacorubi, 2008.

NAGEL, Monise. **Número de alunos na fila de espera.** [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <natani_pereira@hotmail.com>. em: 18 set. 2019.

PINTO, José Carlos Costa Cerqueira. **ANALISE COMPARATIVA DA EXECUÇÃO DE OBRA DE EDIFICAÇÃO UTILIZANDO ESTRUTURA DE CONCRETO PREFABRICADA.** 2016. 119 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro,, Rio de Janeiro, 2016. Cap. 9.

Portal Câmara dos Deputados. LEI Nº 12.796, DE 4 DE ABRIL DE 2013. 2013. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2013/lei-12796-4-abril-2013-775628-publicacaooriginal-139375-pl.html>>. Acesso em: 11 set. 2019.)

PREFEITURA DE GARUVA. Geografia. Disponível em: <https://garuva.atende.net/#!/tipo/pagina/valor/11>. Acesso em 14 out, 2019.

SANTA CATARINA. IBGE. Ibge. 2010. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/garuva/panorama>>. Acesso em: 22 set. 2019.

SANTA CATARINA. IBGE. IBGE. 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/garuva/panorama>>. Acesso em: 11 set. 2019.

SANTA CATARINA. IBGE. IBGE. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/garuva/historico>>. Acesso em: 3 out. 2019.



SANTOS, Milton. *Metamorfoses do espaço habitado*. 3º ed. São Paulo: Hucitec, 1994.

SANTOS, Talía Simões dos; BATISTA, Marília Carone; POZZA, Simone Andréa. **Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais**. 2013. 602 f. - Limeira, 2015.

SILVA, Francilene Rodrigues da. **A CONSTRUÇÃO DA RELAÇÃO DE CONVIVÊNCIA ENTRE ALUNOS NO ESPAÇO ESCOLAR**. 2010. 10 f. TCC (Graduação) - Curso de Pedagogia, Campus Clóvis Moura, Universidade Estadual do Piauí, Teresina, Piauí, 2010. Cap. 01.

SILVA, Joene Saibrosa da; AMORIM, Cláudia Naves David. **O Brise-soleil como elemento de controle solar: estudo de caso em um edifício no Plano Piloto de Brasília**. 2008. 9 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Teresina, Piauí, 2008.

SIQUEIRA, Paulla. **Telhados Brancos**. 2012. 6 f. TCC (Graduação)-, Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva, Itapeva, 2012.

STATE OF GREEN. THE SUNHOUSE. Disponível em: <https://stateofgreen.com/en/partners/velux/solutions/the-sunhouse-an-active-house-for-children/>. Acesso em 12 out, 2019.

VIMIEIRO, Gisele Vidal. **EDUCAÇÃO AMBIENTAL E EMPREGO DE EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES NA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM RESIDÊNCIAS DE FAMÍLIAS DE BAIXA RENDA E EM UMA ESCOLA DE ENSINO FUNDAMENTAL** Gisele Vidal Vimieiro Belo Horizonte 2005. 2005. 130 f. - Universidade Federal de Minas Gerais Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Belo Horizonte, 2005.