

## ENGENHARIA DE SUSTENTABILIDADE: CONSTRUÇÃO DE PROTÓTIPO DE CNC (COMANDO NUMÉRICO COMPUTADORIZADO) DE BAIXO CUSTO PARA CORTE E APLICAÇÃO DE DRYWALL E STEEL FRAME NA CONSTRUÇÃO CIVIL

III Congresso Online de Engenharia de Materiais. inscrições encerradas, 4ª edição, de 27/04/2021 a 30/04/2021  
ISBN dos Anais: 978-65-89908-00-5

MEDEIROS; Edvaine Martins Pereira <sup>1</sup>, BORGES; Henrique Francisco <sup>2</sup>, MORAES; Taisa Quele de <sup>3</sup>, ASSIS; Walisson Oliveira de Jesus <sup>4</sup>, GOUVEIA; Janaína Martins <sup>5</sup>

### RESUMO

#### Resumo

A construção civil tem apresentado um grande avanço econômico no Brasil. É fato que esta é uma área que apresenta um alto consumo de recursos naturais, e exatamente por esse motivo, cada vez mais surgem propostas sustentáveis, que aliam a demanda da construção civil à responsabilidade ambiental. Nesse contexto, o presente artigo tem como o objetivo apresentar a construção de um protótipo de CNC (Comando Numérico Computadorizado) de baixo custo, com materiais reutilizáveis, para processos de cortes e produção de casas pré-montadas de sistemas construtivos a seco (Steel Frame e Drywall). O protótipo foi testado a princípio em papelão, por se tratar de um laser de menor capacidade, cuja construção e características são apresentadas no decorrer do texto. Os resultados demonstram que o protótipo foi capaz de responder a comandos sofisticados, atingindo o objetivo do corte de precisão, porém, ambiciona-se para trabalhos futuros, desenvolver um protótipo para o material em questão, podendo ser aplicado de fato, na construção civil.

**Abstract:** Civil construction has shown a great economic advance in Brazil. It is a fact that this is an area that presents a high consumption of natural resources, and exactly for this reason, more and more sustainable proposals are emerging, which combine the demand of civil construction with environmental responsibility. In this context, this article aims to present the construction of a low cost CNC (Computer Numerical Command) prototype, with reusable materials, for cutting processes and production of pre-assembled houses from dry construction systems (Steel Frame and Drywall). The prototype was first tested on cardboard, as it is a laser with a lower capacity, whose construction and characteristics are presented throughout the text. The results demonstrate that the prototype was able to respond to sophisticated commands, reaching the goal of precision cutting, however, it is ambitious for future work, to develop a prototype for the material in question, which can be applied in fact, in civil construction

### 1. Introdução

A construção civil tem apresentado um grande avanço econômico no Brasil. De acordo com o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o setor movimentou mais de R\$ 266.000.000,00 (duzentos e seiscentos e seis milhões de reais), com mais de 124 mil de empresas ativas no Brasil. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) apontou que houve um total de 44.534.380 (quarenta e quatro milhões e quinhentos e trinta e quatro mil e trezentos e oitenta) toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD) no Brasil em 2019.

A área da construção civil possui alto consumo de recursos naturais, bem como a geração de grandes impactos ambientais, que abrangem desde a fabricação de cimentos e suas emissões de gás carbônico na atmosfera até a deposição de resíduos em aterros decorrente de grande perda em canteiros de obras.

Com a quarta revolução industrial, denominada "A Indústria 4.0", se fez um novo cenário de automação nas indústrias de todos os segmentos, que consiste em resguardar a produtividade e redução de gastos e custos. Uma das áreas que passou por grande revolução, foi a área mecânica-industrial, trazendo máquinas-ferramentas e equipamentos controlados por sistemas inovadores de linguagem computacionais que respondem a comandos numéricos computadorizados, as conhecidas "CNC".

Os sistemas construtivos a secos permitem edificar grandes estruturas com ótimas vedações que atendem aos mais sofisticados projetos arquitetônicos. O Steel frame, termo em inglês que significa "estrutura em aço com a vedação em Drywall", ou simplesmente, placas de gesso, permitem, através do laser de corte comandado por softwares de linguagem numérica computadorizados, produzir casas pré-montadas que apresentam menores descartes de resíduos de construção e demolição.

Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo apresentar a construção de estrutura sustentável, através de um comando numérico computadorizado de baixo custo para corte de sistemas construtivos de Steel Frame com vedação em Drywall.

### 1. Metodologia

Este trabalho reuniu conhecimentos e princípios relacionados à linguagem de programação, conceitos construtivos e mecânicos. Nesta circunstância, a seguir está descrita a metodologia aplicada na construção do protótipo.

#### 2.1 Comando numérico computadorizado

O comando numérico computadorizado consegue receber e ler códigos através da linguagem de programação e transmitir os comandos para equipamentos eletrônicos. Rebeyka (2008, p. 03) afirma:

O CNC utiliza um programa de instruções que é transmitido eletronicamente ao equipamento de produção para regular suas funções e sua operação. A capacidade de mudança no programa é que faz do CNC uma tecnologia flexível e apropriada para produção de baixo e médio volume. É muito mais fácil escrever novos programas do que modificar o equipamento de produção. Isto faz com que as máquinas CNC sejam elementos do CIM executando funções da produção de forma automatizada.

#### 2.2 Estrutura Física

A estrutura física integrada ao CNC, conforme vista a seguir, comporta e organiza os equipamentos mecânicos e eletrônicos, acoplando o laser e a base do eixo dentro de um plano cartesiano, cuja origem se dá no marco zero.

<sup>1</sup> UNA Jataí, edivainemedeiros.0290@aluno.una.br

<sup>2</sup> UNA Jataí, henriqueborges.0130@aluno.una.br

<sup>3</sup> UNA Jataí, taisamoraes.1350@aluno.una.br

<sup>4</sup> UNA Jataí, walissonassis.0067@aluno.una.br

<sup>5</sup> UNA Jataí, janaina.gouveia@prof.una.br

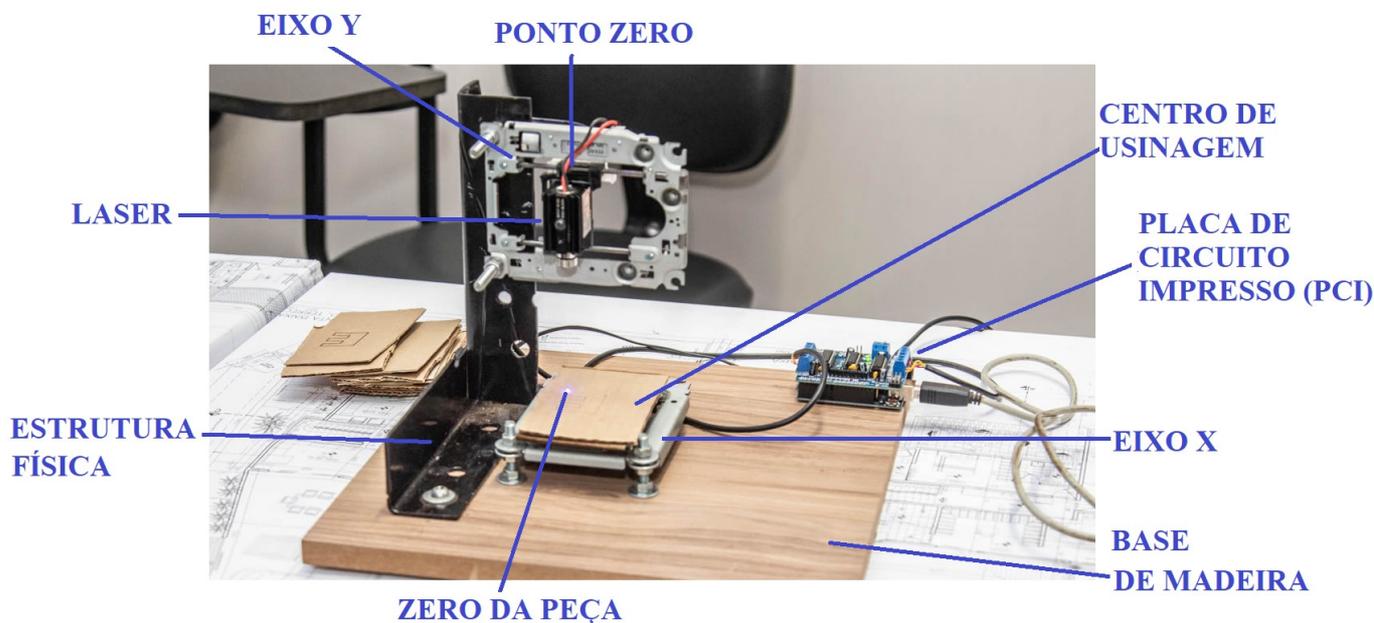


Figura 1 - Protótipo CNC

A construção do protótipo foi feita de materiais reutilizados de lixos eletrônicos descartados de maneira irregular, que foram totalmente agrupados à estrutura do CNC.

A base foi construída a partir da reutilização de uma placa de MDF, dimensões de 30cm de cada lado e espessura de 15mm.

A sustentação do CNC se deu por duas cantoneiras reutilizadas de 20 cm de comprimento por 3,8 cm, lixadas e pintadas por tinta spray preta, como pode ser visto na figura 2 a seguir:



Figura 2 - Estrutura

Através da estrutura, foram adaptados dois leitores de aparelhos de DVD, com os suportes e os motores de passo (5V, modelo 28BYJ-48), os quais possibilitaram que o laser seguisse todo o percurso recebido pelos comandos do microcontrolador Arduino.

1 UNA Jataí, edivainemedeiros.0290@aluno.una.br  
 2 UNA Jataí, henriqueborges.0130@aluno.una.br  
 3 UNA Jataí, taisamoraes.1350@aluno.una.br  
 4 UNA Jataí, walissonassis.0067@aluno.una.br  
 5 UNA Jataí, janaina.gouveia@prof.una.br

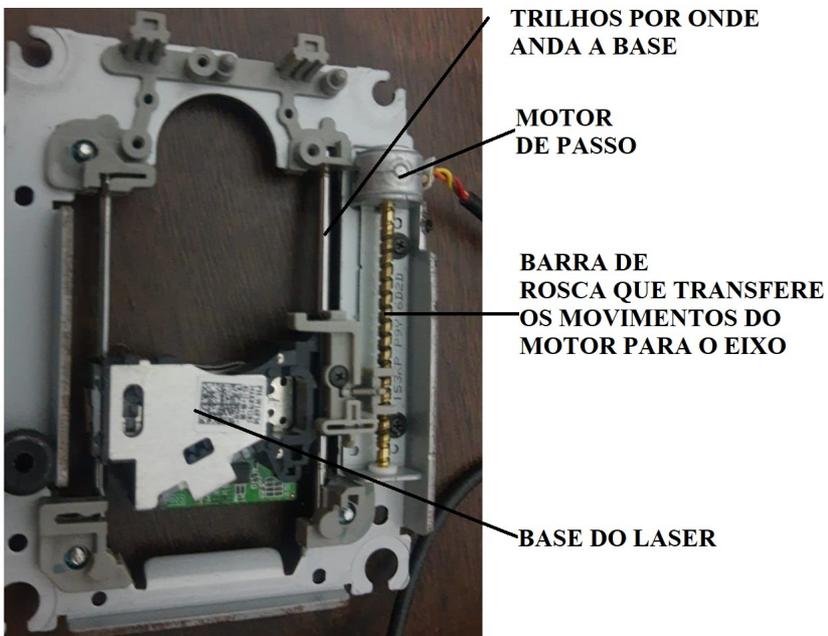


Figura 3 - Leitores de Aparelho de DVD

O laser, mostrado a seguir na figura 4 (suporte do laser) tem a função de efetuar o contorno da geometria solicitada pelo o Arduino, que neste protótipo foi colado com fita dupla face na base do suporte do leitor de DVD, para que ele consiga percorrer todo o perímetro da geometria. Neles são representados os eixos X e Y do plano cartesiano.



Figura 4 - Suporte do laser

## 2.2 Plano Cartesiano (X e Y)

O plano cartesiano é formado por duas retas perpendiculares, conhecidas como eixos X (horizontal) e Y (vertical), onde a interseção das duas retas forma um ponto de referência para representações de gráficos, imagens ou até mesmo análises de equações.

Com a locação dos pontos é possível reproduzir qualquer imagem gráfica dentro das dimensões do plano cartesiano. Quando inseridos dentro da lógica de programação, o software lê as dimensões de locações de pontos gerando dados para serem executados pelo o corte, obtendo a geometria solicitada.

<sup>1</sup> UNA Jataí, edivainemedeiros.0290@aluno.una.br  
<sup>2</sup> UNA Jataí, henriqueborges.0130@aluno.una.br  
<sup>3</sup> UNA Jataí, taisamoraes.1350@aluno.una.br  
<sup>4</sup> UNA Jataí, walissonassis.0067@aluno.una.br  
<sup>5</sup> UNA Jataí, janaina.gouveia@prof.una.br

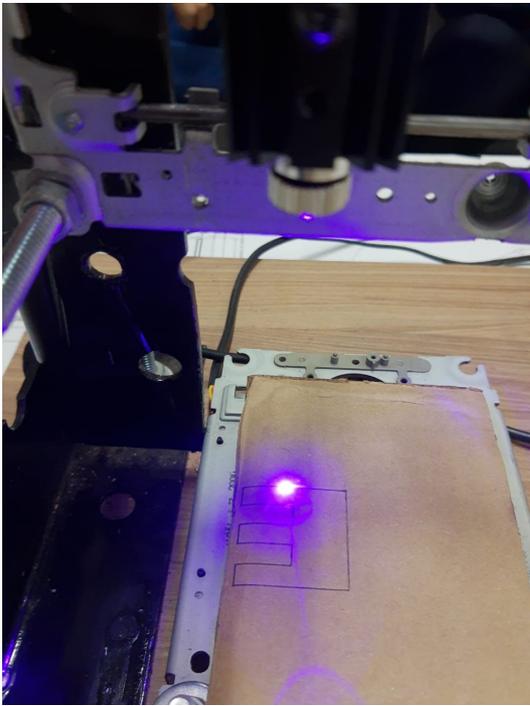


Figura 5 - Laser funcionando

### 2.3 Drivers, equipamentos eletrônicos e softwares de funcionamento

Os dois motores (5v 28BYJ-48) de funcionamento são ligados na Shield L293D - Driver Ponte H para Arduino.

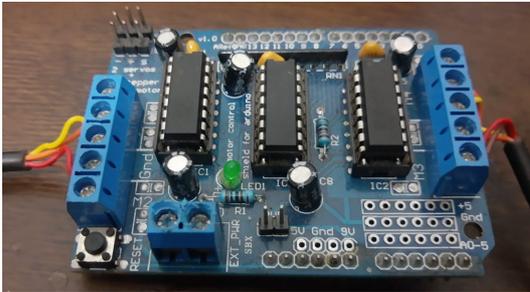


Figura 6 - Shield L293D - Driver Ponte H para Arduino

O Arduino Uno acoplado no motor Shield L293D, utilizado na CNC, tem capacidade de controlar dois motores de passo 5v 28BYJ-48 ao mesmo tempo, e para isso os motores foram ligados diretamente no Shield, Vale ressaltar que não é necessária uma fonte de alimentação externa para os motores, pois a alimentação é fornecida pelo Shield, nesse caso só deixar a função do Shield (PWR) acionada.

Os motores necessitam de 2048 passos para completar uma volta (360°). Através de uma regra de 3 simples, pode-se calcular o número de passos a serem dados para atingir determinada rotação ou movimento.

#### 1. Resultados e discussão

A construção a seco é feita a partir de materiais brevemente fabricados sob medida. Basicamente compõem a sua estrutura, as armações de aço galvanizado conhecidas popularmente como "Steel Frame", que consiste no acabamento em "Drywall", substituindo as paredes de alvenaria por chapas de gesso com uma camada de acabamento externa de cimento. Esta estrutura suporta janelas, portas e tomadas, e possui baixo gerador de resíduos, pois é pré-montada através de sistemas de cortes de precisão CNC.

Todo o processo se inicia na elaboração de projetos estruturais e arquitetônicos, que posteriormente serão enviados para as máquinas de corte de precisão. O uso do comando numérico de fabricação de baixo custo para equipamentos estruturais pré-fabricados em Steel Frame se faz de extrema importância para viabilizar a comercialização deste método construtivo.

Com base nos estudos analisados foi possível projetar e produzir uma maquete (de estrutura em aço galvanizado (Steel Frame) com vedação em Drywall, cujo objetivo foi o de analisar os esforços estruturais e análises de vedação com ênfase na parte exterior, que está mais exposta a deterioração. Analisando as resultantes, a estrutura tem resistência suficiente para atender diversos esforços solicitantes e consegue flexibilidade para atender a demanda arquitetônica incluindo acabamentos sofisticados que conseguem resistir à degeneração.

<sup>1</sup> UNA Jataí , edivainemedeiros.0290@aluno.una.br  
<sup>2</sup> UNA Jataí , henriqueborges.0130@aluno.una.br  
<sup>3</sup> UNA Jataí , taisamoraes.1350@aluno.una.br  
<sup>4</sup> UNA Jataí , walissonassis.0067@aluno.una.br  
<sup>5</sup> UNA Jataí , janaina.gouveia@prof.una.br



Figura 7 - Maquete

Após o processo de dimensionamento da estrutura de Steel Frame e corte as peças são direcionadas para montagem e vedação com Drywall.

A Chapa ou placa Drywall, é composta por gesso natural e seus aditivos, revestido de uma lâmina cimentícia, proporcionando uma resistência a tração, e tornando o material altamente resistente. As placas são brevemente cortadas com cortes de precisão CNC, trazendo assim as paredes prontas para receber toda instalação elétrica, hidro-sanitária, bem como portas e janelas. A espessura das placas variam de acordo com a necessidade previamente dita em projeto, reduzindo assim os custos da obra.

### 1. Conclusões

Ao finalizar este trabalho, considerando a proposta inicial de fabricação de um CNC com laser de corte de baixo custo, apresentamos um protótipo do mesmo... Analisando-o e levando em consideração os testes que foram realizados, concluímos que os objetivos foram alcançados parcialmente: conseguimos produzir uma CNC com materiais reutilizáveis, porém o laser não alcançou a potência necessária para realizar o corte em chapas de aço, ficando restrito a materiais de menores resistências, como papelões.

A pesquisa se fundamentou nas construções a seco, que vem ganhando espaço no mercado por suas metodologias construtivas e que permite a diminuição de todo o resíduo gerado na construção. A fabricação de construções a seco utiliza-se o corte de precisão, que em grande parte ou são manuais ou são feitos por máquinas de comandos computadorizados. Desta forma, entendemos que nosso trabalho poderia contribuir grandemente para um corte mais preciso e para a diminuição de resíduos, tornando as construções mais rápidas e sustentáveis.

A construção de uma CNC de baixo custo para a finalidade descrita aqui, e a popularização da metodologia de execução, irá auxiliar e viabilizar a utilização dos métodos de montagem da estrutura do Steel Frame, que por sua vez, impulsiona o mercado ao alcançar diversas classes sociais.

O site MF ENGENHARIA traz um comparativo entre a Alvenaria Convencional e o Light Steel Framing:

O sistema Light Steel Framing é uma proposta de construção que alia rapidez com o diferencial competitivo técnico, mercadológico e de negócios. A siderurgia brasileira, juntamente com o apoio do CBCA, vêm trabalhando intensamente no desenvolvimento desse sistema construtivo no país. Podemos citar como exemplo desse esforço a USIMINAS, que buscou, com sua coligada Argentina, SIDERAR, o conhecimento da tecnologia e do desenvolvimento de mercado, além de adquirir expertise nos Estados Unidos e Japão. Outro passo importante na consolidação do Light Steel Framing foi o comprometimento do setor siderúrgico, juntamente, com os demais fabricantes de materiais para o sistema, no desenvolvimento da tecnologia, através do aprimoramento das técnicas construtivas e da aplicação dos materiais para a realidade do mercado brasileiro, além de ações como o desenvolvimento de montadores e o treinamento de mão de obra técnica, arquitetos e engenheiros.

Identificamos após a pesquisa que as atuais empresas de fabricação e corte do Steel Frame e Drywall utilizam metodologias de cortes diferentes que, posteriormente, poderão ser analisadas e testadas. Nosso grande desafio será adaptar os equipamentos em escala maior para cortes profissionais.

### Referências

Arduino. ARDUINO CC, 2021. Disponível em: <https://www.arduinoocia.com.br/motor-de-passo-28byj-48-motor-shield/>. Acesso em: 20 de março de 2021.

CBIC, Construção contribui com a criação de empregos formais, mas saldo ainda é insuficiente para o setor. CBIC, 23 de abril de 2018. Disponível em: <https://cbic.org.br/construcao-contribui-com-a-criacao-de-empregos-formais-mas-saldo-ainda-e-insuficiente-para-o-setor/>. Acesso em: 20 de março de 2021.

Controlando motor de passo 28BYJ-48 com Arduino Motor Shield L293D. ARDUINO E CIA, 21 de julho de 2014. Disponível em: <https://www.arduinoocia.com.br/motor-de-passo-28byj-48-motor-shield/>. Acesso em: 20 de março de 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil em Síntese. 2014. Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/comercio.html>. Acesso em 20 de março de 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatísticas Sociais. 2021. Disponível em: <https://ces.ibge.gov.br/base-de-dados/links-base-de-dados.html>. Acesso em 20 de março de 2021.

MEGASTEEL. Viga I, 2021. Disponível em: <https://www.megasteel.com.br/vigas-i>. Acesso em: 20 de março de 2021

Moura Cardoso, Luiza. Tudo sobre os resíduos sólidos da construção civil. Sienge Plataforma. 29 de setembro de 2017. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/residuos-solidos-da-construcao-civil/>. Acesso em 20 de março de 2021.

Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. ABRELPE, São Paulo - SP, 2021. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 20 de março de 2021.

Rebeyka, Claudimir. CNC Comando numérico computadorizado. Curso de Programação, agosto de 2008. Disponível em: <http://www.labusig.ufpr.br/TMEC105/Apostil-Prof-Rebeyka.pdf>. Acesso em: 15 de março de 2021.

Revolução Industrial - Da Indústria 1.0 à Indústria 4.0. DESOUTTER INDUSTRIAL TOOLS, São Paulo - SP, 2021. Disponível em: <https://www.desouttertools.com.br/industria-4-0/noticias/507/revolucao-industrial-da-industria-1-0-a-industria-4-0>. Acesso em: 20 de março de 2021.

RODRIGUES, Alessandro Roger. Manufatura Assistida por Computador (SEM-0350) ; EESC - USP. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4188303/mod\\_resource/content/1/Te%C3%B3rica%201%20-%20CNC.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4188303/mod_resource/content/1/Te%C3%B3rica%201%20-%20CNC.pdf). Acesso em 20 de março de 2021.

ROSSI, Fabrício. "Plano Cartesiano"; Light Steel Frame, Passo a Passo!. Disponível em: <https://pedreiroao.com.br/light-steel-frame-passo-a-passo/>. Acesso em 20 de março de 2021.

SILVA, Luiz Paulo Moreira. "Plano Cartesiano"; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/matematica/plano-cartesiano.htm>. Acesso em 20 de março de 2021.

<sup>1</sup> UNA Jataí, edivainemedeiros.0290@aluno.una.br

<sup>2</sup> UNA Jataí, henriqueborges.0130@aluno.una.br

<sup>3</sup> UNA Jataí, taisamoraes.1350@aluno.una.br

<sup>4</sup> UNA Jataí, wallissonassis.0067@aluno.una.br

<sup>5</sup> UNA Jataí, janaina.gouveia@prof.una.br

<sup>1</sup> UNA Jataí , edivainemedeiros.0290@aluno.una.br  
<sup>2</sup> UNA Jataí , henriqueborges.0130@aluno.una.br  
<sup>3</sup> UNA Jataí , taisamoraes.1350@aluno.una.br  
<sup>4</sup> UNA Jataí , walissonassis.0067@aluno.una.br  
<sup>5</sup> UNA Jataí , janaina.gouveia@prof.una.br