

M-CODE EASY DEPARTURE, UMA FERRAMENTA PARA O ENSINO DE PROGRAMAÇÃO CIENTÍFICA NA AURORA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

Marcos Marcelino Mazzucco – marcos.m.mazzucco@gmail.com
UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA - UNISUL

ÁREA: 10. EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

SUBÁREA: 10.4 – PRÁTICAS PEDAGÓGICAS E AVALIAÇÃO PROCESSO ENSINO-
APRENDIZAGEM ENG. PROD.

RESUMO: A CAPACIDADE CRIATIVA, A FLEXIBILIDADE, A VISÃO SISTÊMICA E A FORMAÇÃO AMPLA SÃO OS PRINCIPAIS ATRIBUTOS QUE TORNAM O ENGENHEIRO TÃO IMPORTANTE PARA O MERCADO DE TRABALHO E PARA A SOCIEDADE. UMA BOA PARTE DESTES PREDICADOS RESULTA DA SÓLIDA BASE CIENTÍFICA DESENVOLVIDA NOS CURSOS DE GRADUAÇÃO, SENDO AS COMPETÊNCIAS FORMADAS ATRAVÉS DA PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES, CARACTERÍSTICAS DESTACADAS NOS PERFIS PROFISSIONAIS. O AMADURECIMENTO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA TROUXE NOVAS POSSIBILIDADES QUE PODEM SER EXPLORADAS, ENTRE ELAS A GERAÇÃO DE CÓDIGO, SENDO QUE, CABE AO PROFESSOR TORNAR ISTO UM OBJETO DE APRENDIZAGEM. CONTUDO, OS ESTUDANTES AINDA DEMONSTRAM MUITAS DIFICULDADES PARA DESENVOLVEREM ESTAS COMPETÊNCIAS E, PARA CONTRIBUIR NESTA FORMAÇÃO, FOI DESENVOLVIDA A FERRAMENTA CHAMADA “*M-CODE EASY DEPARTURE: MED*”, A QUAL, COM O SOFTWARE LIVRE GNU OCTAVE E COM ESTRATÉGIAS DE APRENDIZAGEM BASEADAS EM PROBLEMAS, FORAM APLICADAS EM TURMAS DE ALUNOS DE CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA APRESENTANDO RESULTADOS MUITOS BONS. A FERRAMENTA CHATGPT TAMBÉM FOI UTILIZADA, SEM PROPOSTA COMPARATIVA, PARA MOSTRAR ABORDAGENS E POSSIBILIDADES VARIADAS DE FORMAÇÕES DE COMPETÊNCIAS E HABILIDADES.

PALAVRAS-CHAVES: PROGRAMAÇÃO PARA ENGENHARIA; APRENDIZAGEM ATIVA, *M-CODE EASY DEPARTURE*, GNU OCTAVE.

1. INTRODUÇÃO

O uso de equipamentos digitais, como computadores e telefones celulares influenciou muito a formação e a atuação profissionais dos engenheiros nos últimos 30 anos. Nos anos de 1980 a evolução dos computadores pessoais abriu os caminhos para a era da computação como ferramenta de solução de problemas fora dos espaços acadêmicos, resultando no amplo desenvolvimento de sistemas operacionais, software de aplicação e interfaces gráficas. Linguagens de programação tais como FORTRAN, C, PASCAL e BASIC, entre outras, foram evidentes construtores de tecnologias para a computação e de habilidades nos estudantes de engenharia. Nos 20 anos entre 1990 e 2010, os computadores pessoais tornaram-se mais acessíveis e foram objetos de aquisições planejadas pela maiorias dos acadêmicos de todas as áreas de formação profissional e, mais acentuadas, nos cursos de engenharia, onde o cálculo com auxílio do computador, o projeto auxiliado por computador e a programação científica tornaram-se uma face visível dos cursos de engenharia em todo o mundo. As sofisticções das planilhas eletrônicas e dos software de desenho em duas e três dimensões (CAD), a solidificação do MathWorks Matlab e o advento de software livres como o GNU Octave (EATON, 2024) , constituíram um cenário obrigatório para os projetos pedagógicos de todos os cursos de graduação em engenharia. Contudo, nos últimos 15 anos, houve um viés maior na forma como o uso dos dispositivos digitais presta assistência às habilidades humanas, assumindo um papel de facilitador de acesso a conteúdos e ferramenta de ensino, muito disto fruto do aumento da oferta de cursos na modalidade a distância e do aumento da carga horária, nesta mesma modalidade nos cursos presenciais. Por outro lado, as reduções das cargas horárias nos cursos de engenharia forçaram as reorganizações das cargas horárias planejadas nos temas fundamentais das engenharias e a adoção de diferentes abordagens formativas para o desenvolvimento das competências e habilidades pretendidas, inclusive com investimento no desenvolvimento de ferramentas computacionais especialmente dedicadas ao ensino, tais como descritas por Mazzucco, Lima e Rosa (2005) e Mazzucco, Bolzan e Machado (2006). Neste caminho, a formação das competências para a programação científica foram, e continuarão sendo, ressignificadas e o amadurecimento da Inteligência Artificial Generativa (IAgen) também é um propulsor disto.

A Inteligência artificial está presente no cotidiano das pessoas e indústrias há mais de 30 anos, porém a recente eclosão da inteligência artificial generativa fez com o termo IA (inteligência artificial) ou AI (*artificial intelligence*) efluíssem dos meios acadêmicos para

destacarem produtos para computação pessoal como sistemas operacionais para computadores e telefones celulares e também diversos sistemas baseado na Internet, entre eles o ChatGPT (OPENAI, 2024). Mazzucco (1997) descreve que, em 1961, Marvin Minsky apresentou o artigo “*Steps Towards Artificial Intelligence*” introduzindo o conceito de Inteligência Artificial e que em 1964 o software acadêmico ELIZA, escrito por Joseph Weizenbaum, impressionava usuários ao simular interações com um psicanalista apontando para a era das máquinas inteligentes. Vale destacar que, nos Estados Unidos da América, nos anos de 1960, os computadores não eram dispositivos acessíveis fora dos meios universitários e de grandes indústrias e que as baixas capacidades de processamento daqueles equipamentos, comparadas com as atuais, limitavam diversas aplicações que requeriam processamento intenso, tais como, as de sistemas especialistas e as de redes neurais artificiais. Nos anos de 1960 a 1980 os fundamentos de sistemas especialistas (BUCHANAN e FEIGENBAUM, 1978), redes neurais artificiais (MCCULLOCH, e PITTS, 1943), algoritmos genéticos (HOLLAND, 1975 e GOLDBERG, 1989) e lógica difusa (ZADEH, 1965 e MANDANI, 1974) foram amplamente estudados em grupos de pesquisas resultando em produtos, muitos dos quais para a automação industrial (MAZZUCCO e BOLZAN, 1997; MAZZUCCO e BOLZAN, 2003). Entre 1990 e 2010 houve uma grande expansão dos trabalhos acadêmicos em inteligência artificial, inclusive no Brasil, atingindo áreas de gestões de conhecimento, de pessoas e manutenção industrial, com evoluções marcantes para classificação e reconhecimento de padrões, reconhecimento de imagens e processamento de voz. A área de controle de processos sem dúvida explorou e tornou-se um espaço fecundo para os estudos e aplicações da inteligência artificial (MAZZUCCO, CANCELIER e BOLZAN, 1997; MAZZUCCO, MACHADO e BOLZAN, 1997; MAZZUCCO *et al.* 1998; CANCELIER *et al.*, 1997; CANCELIER *et al.* 1998; MAZZUCCO *et al.* 1999, MAZZUCCO *et al.*, 2000, MASCIOLI *et. al.*, 2013). No últimos 10 anos, A inteligência artificial incorporou produtos de uso cotidiano, impulsionada pela popularização de sistemas baseados na Internet (*web systems*) e pelo acesso mais eficiente dos telefones celulares, através das redes móveis. Podemos destacar que, nos 5 anos mais recentes, a Inteligência Artificial Generativa (IAgen) tem sido motivo de surpresas, curiosidades e dúvidas para muitas pessoas, promovendo muitas discussões nos meios acadêmicos, movidas, principalmente pelo ChatGPT (OPENAI, 2024). Pelo fato do ChatGPT usar interação em linguagem natural, o acesso tornou-se mais popular, com implicações visíveis no mundo acadêmico, inclusive na elaboração de trabalhos de graduação e na codificação de programas para computadores. De fato, a programação de computadores, nos aspectos mais técnicos, tais como os algoritmos consolidados, já experimenta facilitadores

interessantes da IAgem, contudo, a programação científica requer habilidades e competências específicas, as quais se justificam muito na formação de engenheiros.

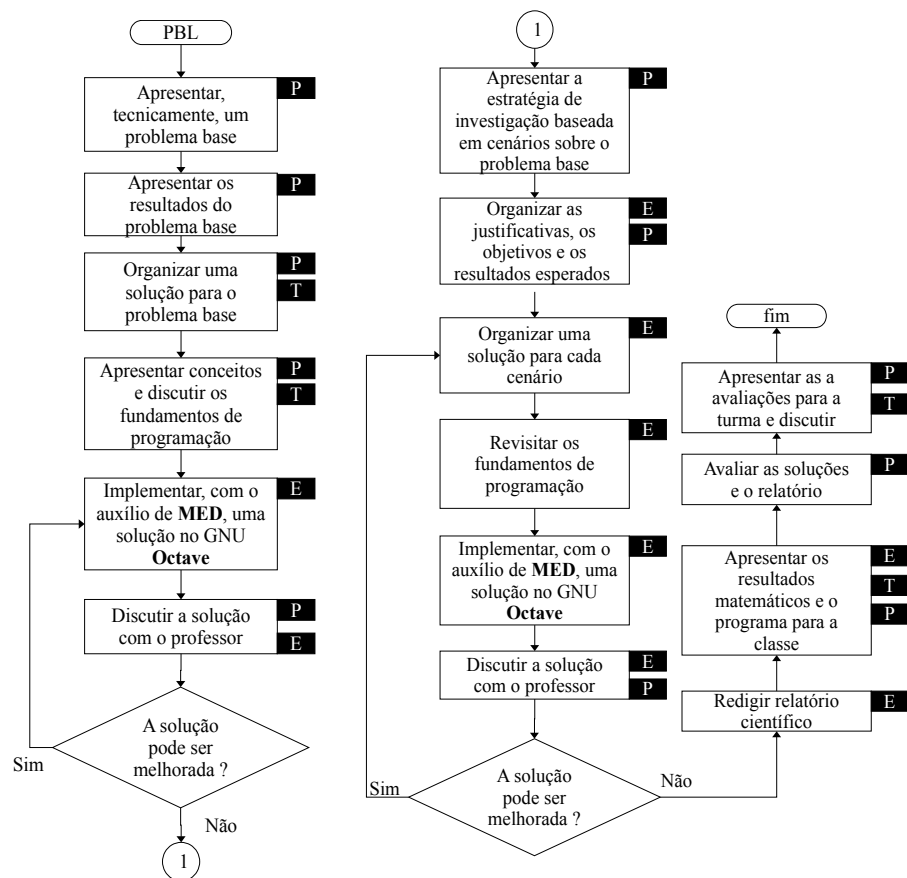
Nos cenários apresentados, o desenvolvimento de competências nos cursos de engenharia, através da programação de computadores, para solução de problemas científicos, fortalece a base lógica dos estudantes e instrumenta-os com as ferramentas essenciais, para que, além das facilidades proporcionadas pela inteligência artificial generativa, possam adaptar e criar soluções mais complexas e direcionadas aos contextos de aplicações de suas áreas (COSTA JÚNIOR et al., 2023 e DE SOUZA E SILVA et al., 2022). A proposta deste trabalho é apresentar uma ferramenta de software (*m-code easy departure: MED*), disponível para Linux e Windows, que apoie o ensino de programação nos cursos de engenharia, através da abordagem da Aprendizagem Baseada em Problemas, onde o professor apresenta um problema/desafio de matemática aplicada ou de lógica e os estudantes desenvolvem a solução através de programação com o GNU Octave. Estudos de aplicações dos software com turmas de engenharia serão apresentados.

2. MÉTODO

A abordagem baseada em problemas foi aplicada aqui em duas turmas: uma de alunos ingressantes composta por estudantes dos cursos das engenharias de produção, civil, elétrica, mecânica, química e de controle e automação e uma turma com alunos concluintes das engenharias química, elétrica e de controle e automação. Na duas turmas o procedimento adotado está ilustrado na figura 1. Ao lado de cada bloco na figura 1 estão as responsabilidades dos atores envolvidos na condução das etapas do processo ensino-aprendizagem, onde: P=professor, T=turma, E=equipe. As responsabilidades estão dispostas de forma que a prioridade no processo esteve para o ator na parte superior do bloco; por exemplo, no bloco “*Organizar uma solução para o problema base*” o ator principal é o professor (P) e o segundo grau de responsabilidade foi atribuído à turma (T). Após a exposição dos fundamentos de programação para as turmas, a primeira barreira que os iniciantes enfrentam é a implementação de código e, neste ponto, foi utilizada a ferramenta “*m-code easy departure*”. É importante notar que, para os iniciantes em programação, a implementação consome muito tempo, principalmente, até a familiarização com a abordagem algorítmica que é requerida, enquanto para os estudantes mais experientes, o que retarda a implementação é lembrar das sintaxes das estruturas e dos nomes das sub-rotinas. Nos dois

casos a ferramenta MED foi avaliada em relação ao uso exclusivo do ambiente de programação do GNU Octave com outras duas turmas.

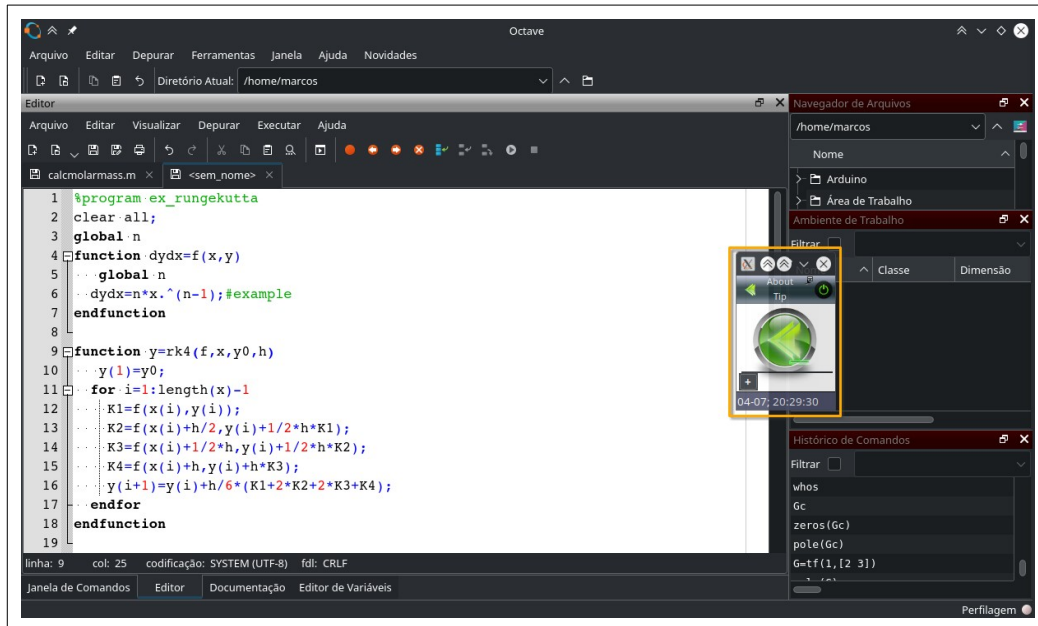
Figura 1- Síntese da organização da estratégia baseada em problemas que foi usada.



Fonte: o Autor.

O GNU Octave, figura 2, é um software livre, cujas sintaxe, uso e linguagem de programação possuem grande compatibilidade com o software comercial MathWorks Matlab. Octave dispõe de diversos pacotes com sub-rotinas destinadas à resolução de problemas complexos. Para acentuar a curva de aprendizagem nas ferramentas e na linguagem de Octave foi desenvolvida a ferramenta MED (**M**-code **E**asy **D**eparture), a qual aparece em destaque na figura 2. MED teve a interface modelada para agrupar todas as funcionalidades numa tela translúcida (com grau de transparência ajustável) na forma de um grande botão que aciona uma sequência de menus categorizados oferecendo uma experiência integrada ao usuário, conforme mostrado na figura 3. A opção pela interface na forma de menus foi baseada na facilidade de registro da sequência em materiais de aula, por exemplo, na figura 3, o professor pode informar a sequência como: *MED>Integrate/Differentiate>Assistant to ODE solver*.

Figura 2 – GNU Octave 9.2.0 e MED 0.9.9.8



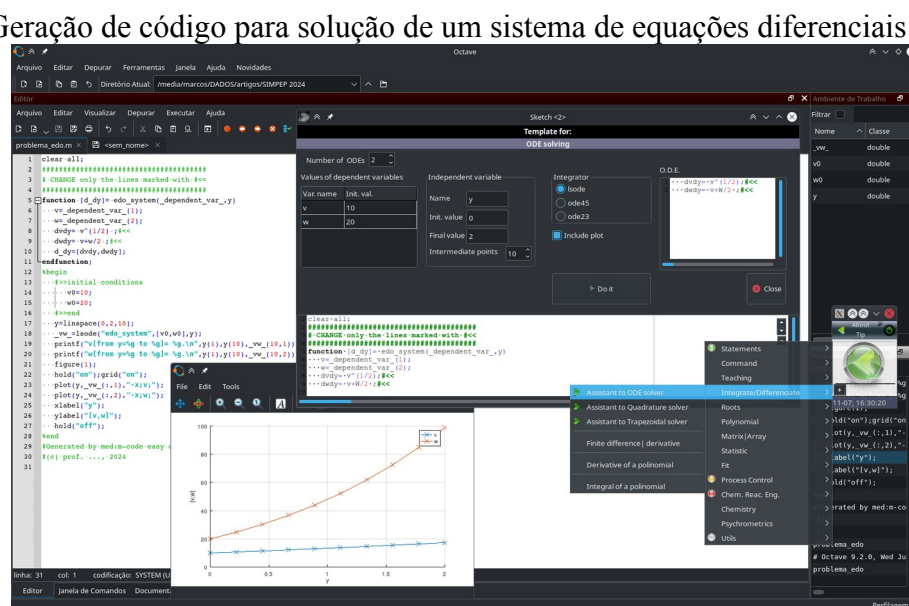
Fonte: o Autor.

Baseado nas experiências coletadas em 20 anos de aplicação e atualizações de outro software “m-file Editor para GNU Octave” (MAZZUCCO, BOLZAN, MACHADO, 2006), foram elaborados e incluídos na aplicação MED, códigos para uso em Octave que remetessem o usuário à busca dos significados das instruções, bem como possibilitassem uma abordagem ativa ao professor, como nos casos do uso da regressão linear, mostrados na figura 4. Numa proposta de abordagem baseada em problemas, o professor apresenta um problema técnico, mapeia previamente quais codificações seriam necessárias e em quais menus da ferramenta MED, tais codificações, ou exemplos, estariam disponíveis, para que o aluno resolva o problema, faça a análise técnica e explique o código usado. Na sequência o professor propõe aos alunos a elaboração de cenários, usando exemplos e os códigos gerados pelos estudantes, onde estes devem produzir novas versões dos códigos para, então, interpretar os resultados e explicar os códigos elaborados. De acordo com a maturidade dos estudantes e familiaridade com as ferramentas disponibilizadas, diversos erros de sintaxe e lógica surgirão, para os quais as soluções elaboradas podem ser compartilhadas enriquecendo o processo de ensino-aprendizagem.

Uma funcionalidade bastante útil para as aulas é o compartilhamento de código através de QR Code. Através desta funcionalidade, figura 5, o professor pode apresentar um código e, usando MED, gerar rapidamente o QR Code do mesmo para que os alunos capturem com telefones celulares e os enviem para seus computadores seguindo as instruções do professor. Uma associação bastante interessante é utilizar, também, um software livre chamado “*KDE Connect*”, o qual permite integrar as áreas de transferência de computadores e telefones

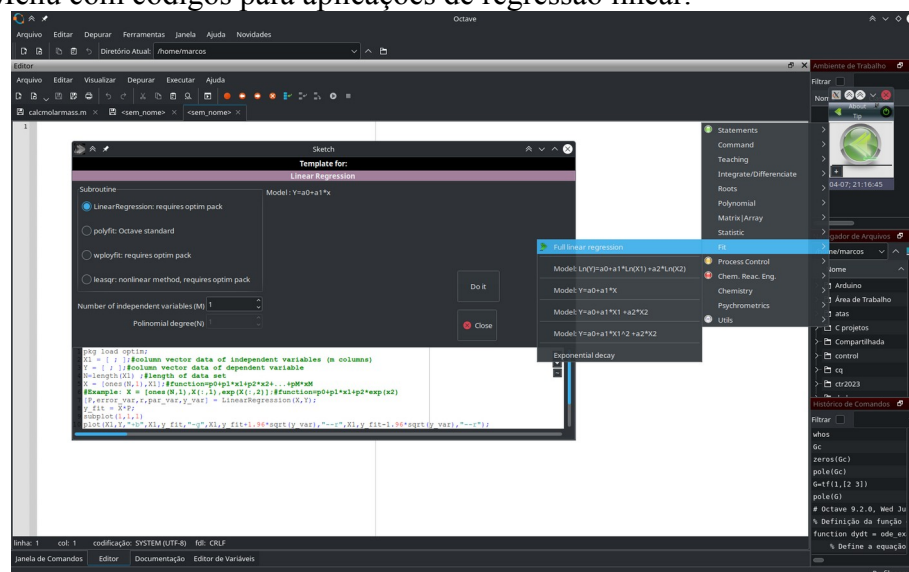
celulares, e, desta forma, viabiliza que os códigos que os alunos obtiverem através do QR Code sejam “copiados” no telefone celular e, instantaneamente, possam ser “colados” no computador, criando um fluxo de trabalho muito ágil e prático. O tamanho da imagem do QR Code gerado é ajustado dinamicamente, para ocupar uma grande área da tela, facilitando o acesso aos alunos distantes da lousa. O código gerado na figura 5 também aparece na figura 6, pois foi o segundo exemplo (tabuada de números pares) usado na segunda aula, ilustrando um uso de estruturas de repetição tipo *for...endfor* e de desvio condicional simples (*if...endif*). No lado esquerdo da figura 5, na janela de comandos de Octave, está a saída do programa usado como exemplo.

Figura 3- Geração de código para solução de um sistema de equações diferenciais ordinárias.



Fonte: o Autor.

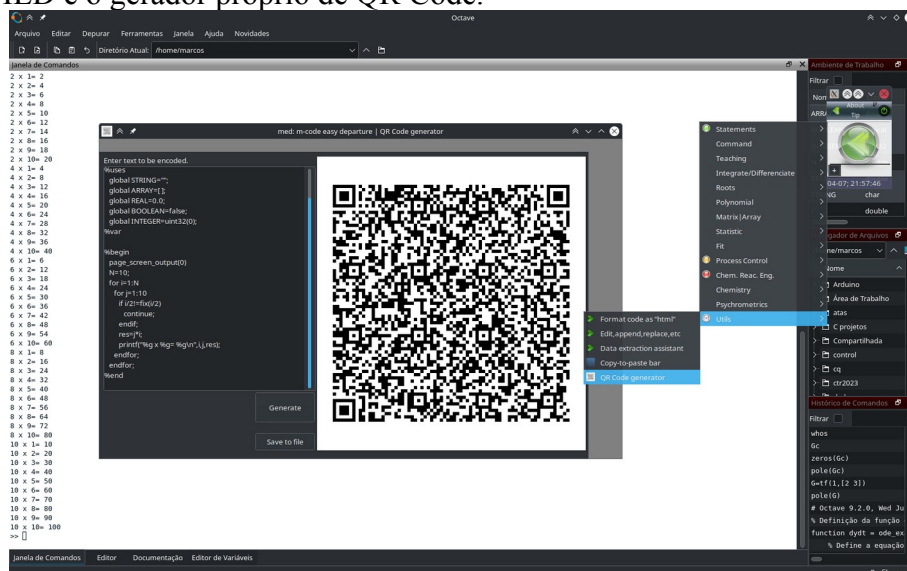
Figura 4- Menu com códigos para aplicações de regressão linear.



Fonte: O Autor.

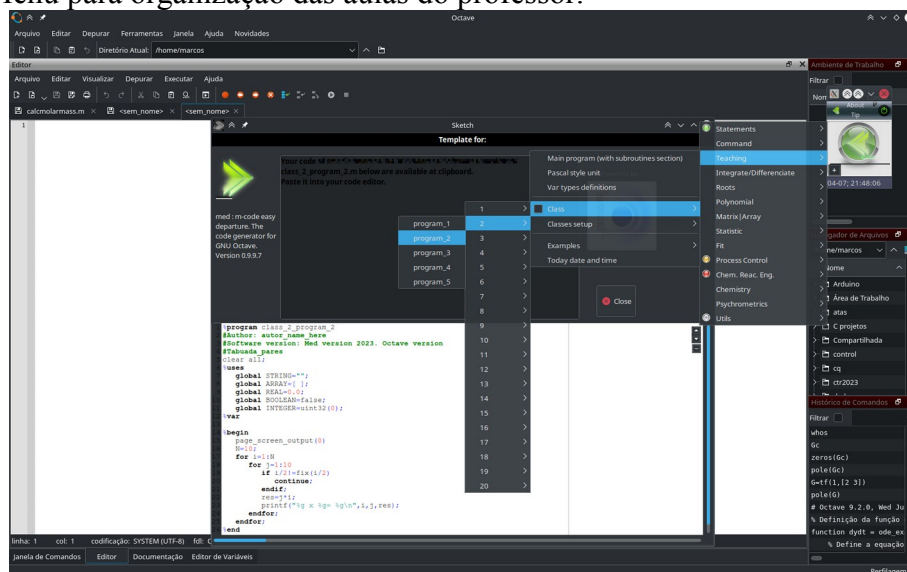
Para a organização das tarefas, o professor pode usar um menu específico de MED, onde disponibiliza os códigos que serão usados nas aulas de forma que todos os estudantes tenham as atividades desenvolvidas em aulas anteriores e na mesma ordem (figura 6).

Figura 5- MED e o gerador próprio de QR Code.



Fonte: O Autor.

Figura 6- Menu para organização das aulas do professor.



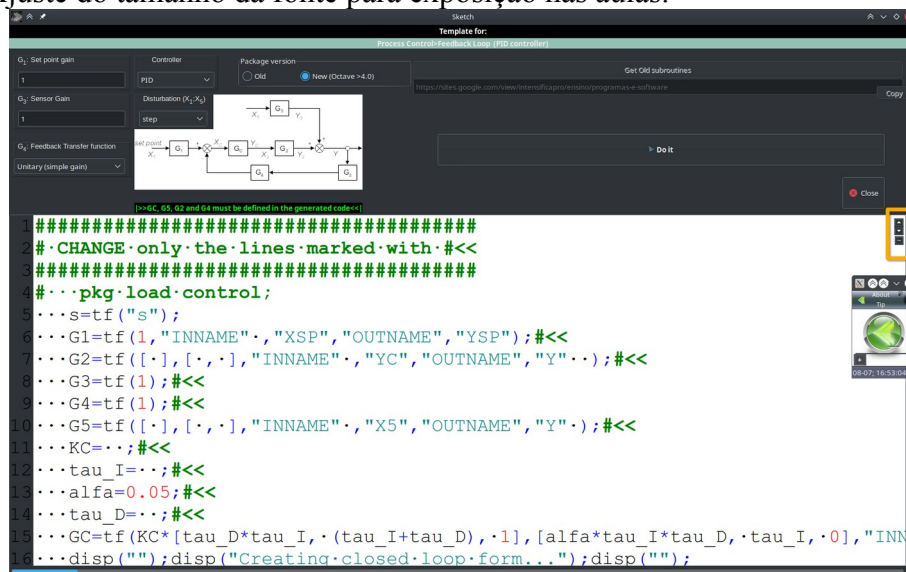
Fonte: O Autor.

O software MED foi criado para ser uma ferramenta livre de apoio ao ensino e os códigos gerados foram focalizados nos aprendizados dos alunos, mas o software também foi concebido para prover, ao professor, uma experiência facilitadora do ensino, assim, entre outros, os códigos buscam a padronização nos nomes das variáveis, muitas linhas de código são comentadas e as áreas de geração de código das janelas dos assistentes possuem os tamanhos das fontes ajustáveis para que o professor possa usá-las em tela cheia e apresentar os códigos aos alunos. Na figura 7, a janela do assistente para codificação de uma malha de

controle por realimentação está sendo executada em tela cheia e o texto foi ampliado para facilitar a leitura na sala de aula. Em destaque, no lado direito da figura 7, estão os botões para ajustes de tamanho da fonte. Até a data desta publicação foram criados 232 itens de menu para geradores de códigos simples, onde basta clicar no item para receber o conteúdo, 14 telas de assistentes, onde opções na geração de códigos específicos podem ser direcionadas e 5 telas de utilitários, as quais envolvem a colorização de código para inclusão nos materiais de aula, uma tela para inclusões em lote de anotações no início e no fim das linhas de código, uma tela para substituição e extração de texto em arquivos de código ou listas numéricas ou textuais, uma barra de botões para pré-armazenamento de texto para “colagem” imediata e a tela do gerador de QR Code. MED pode ser baixado nos QR Code que estão na figura 8.

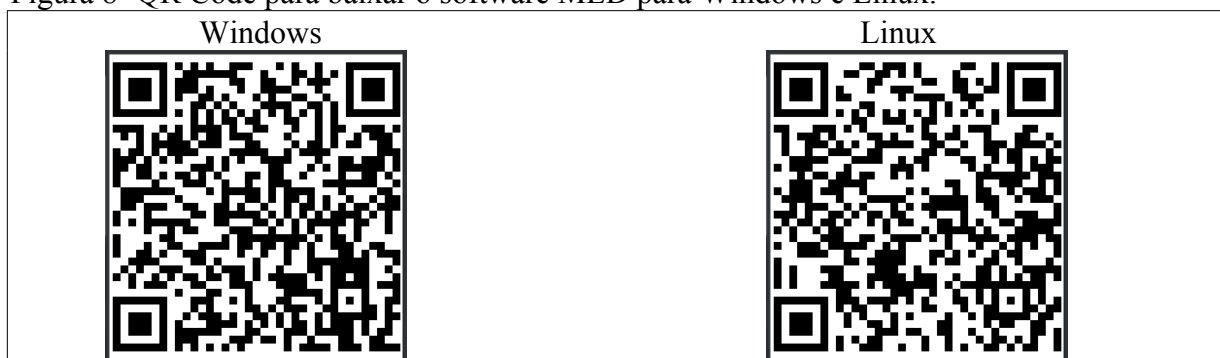
A ferramenta MED foi aplicada em duas turmas de graduação de cursos de engenharia, usando a abordagem baseada em problemas, no segundo semestre do ano 2023 e no primeiro semestre do ano 2024. Uma turma mesclava alunos nas fases iniciais de curso e outra foi composta de alunos que haviam concluído, aos menos, 50% do curso. Para as duas turmas foram formados grupos com 3 ou 4 integrantes e a abordagem foi descrita na figura 1.

Figura 7- Ajuste do tamanho da fonte para exposição nas aulas.



Fonte: O Autor.

Figura 8- QR Code para baixar o software MED para Windows e Linux.



Fonte: o Autor.

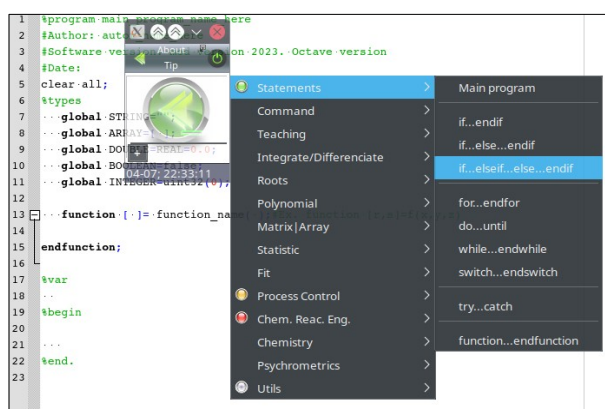
Os tempos requeridos para obtenção dos resultados foram comparados com os tempos usados em outras duas turmas, com perfis semelhantes, as quais não usaram MED, que estavam em curso no primeiro de semestre do ano 2023, umas nas fases iniciais e outra após a metade do curso (o mesmo material teórico foi disponibilizado para todas as turmas).

Os alunos receberam aulas/conteúdos de fundamentos de programação estruturada no Octave e, então, foi proposto, usando exemplos e os itens dos menus *MED>Statements* e *MED>Command*, mostrados na figura 9, resolver o seguinte problema:

-Calcular a soma e a média de 20 números, armazenados numa variável composta homogênea, considerando apenas os valores num determinado intervalo fechado ($[val_inf, val_sup]$). Os valores deviam ser entrados no programa em tempo de execução e a resposta deveria ser apresentada ao final de todos os cálculos numa frase do tipo: “Foram alimentados $\langle n_total \rangle$ valores. A soma dos $\langle n_num \rangle$ no intervalo $[\langle val_inf \rangle, \langle val_sup \rangle]$ é $\langle val_soma \rangle$ e a média é $\langle val_media \rangle$.”

-Após concluir a etapa descrita na parte esquerda do fluxograma da figura 1 os alunos foram apresentados ao menus *MED>Command>plot* e *MED>Statistic>Descriptive* (figura 10). Como base nos dois exemplos contidos em *MED>Statistic* (destacados na figura 10) foram apresentadas novas possibilidades de apresentar dados e, então, os grupos deveriam propor cenários para incluir opções, seguindo indicações que os usuários fariam em tempo de execução, para calcular e apresentar adicionalmente a variância, ou o desvio padrão ou a mediana ou um gráfico ilustrativo da dispersão dos dados. Com isto, foram praticados conceitos de estruturas de repetição e de desvio condicional, variáveis simples e compostas homogêneas, entrada e saída de dados e as sub-rotinas do menu *MED>Command>plot*.

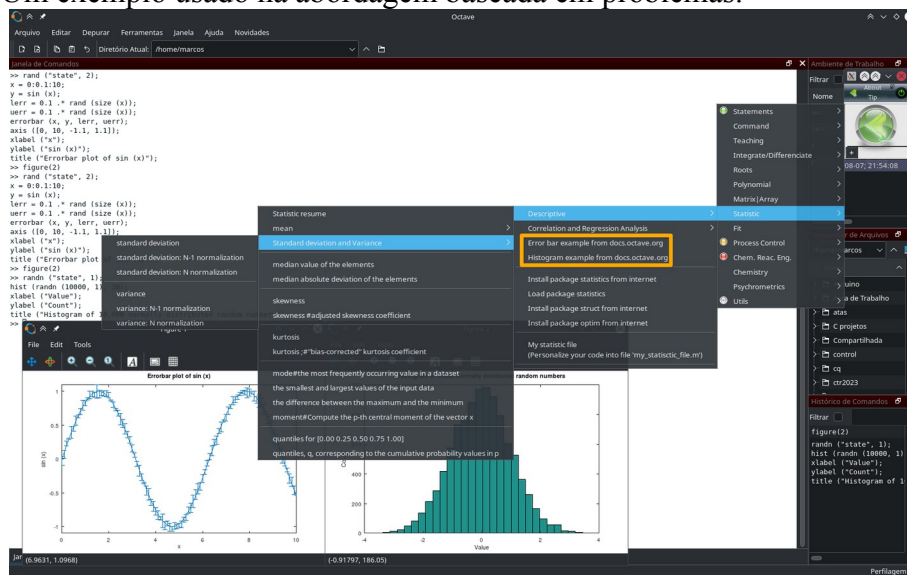
Figura 9- Introdução a programação com apoio de MED.



Fonte: O Autor.

Foi proposto também resolver um problema com duas equações diferenciais ordinárias, usando o ChatGPT e usando o menu *MED>Integrate/Differentiate>Assistant to*

Figura 10- Um exemplo usado na abordagem baseada em problemas.



Fonte: O Autor.

3. RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA FERRAMENTA “M-CODE EASY DEPARTURE” EM TURMAS DE CURSOS DE GRADUAÇÃO

O desenvolvimento da ferramenta “*m-code easy departure*” foi iniciado em 2022, tendo a primeira versão testada no segundo semestre de 2023. Um agrupamento de aplicação foi formado no primeiro semestre de 2023 por duas turmas que não usaram a ferramenta e o segundo agrupamento foi formado por turmas, uma do segundo semestre de 2023 e outra do primeiro semestre de 2024 que usaram a ferramenta. Os números de alunos foram, aproximadamente, os mesmos nos dois agrupamentos: em torno de 30 alunos nas turmas das fases iniciais e, aproximadamente, 25 alunos nas turmas das fases finais. Como foram formadas equipes com 3 ou 4 integrantes, cada turma foi composta por 6 ou 7 equipes.

Os métodos descritos foram aplicados e os tempos aproximados foram registrados para os dois agrupamentos e estão apresentados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Tempos aproximados para resolver o problema sem uso de MED.

Agrupamento	Tempo mínimo (min)	Tempo máximo (min)	Tempo médio (min)
Fases iniciais	90	180	150
Fases finais	70	140	110

Fonte: O Autor.

Na tabela 1, pode ser observado que a média dos tempos requeridos pelas equipes nas fases iniciais, foi de 150 min, o que indica um deslocamento para o tempo máximo, ou seja, o limite superior do intervalo. Como o centro do intervalo seria 135 min $(90 + (180 - 90) / 2)$, o

deslocamento aproximado é de +15 min. Para os alunos das turmas no grupo das fases finais o tempo médio para apresentar a solução também foi superior ao centro do intervalo e foi 27% menor do que aquele para os alunos da turma das fases iniciais.

Tabela 2. Tempos aproximados para resolver o problema nas turmas que usaram de MED.

Agrupamento	Tempo mínimo (min)	Tempo máximo (min)	Tempo médio (min)
Fases iniciais	70	180	120
Fases finais	60	110	80

Fonte: O Autor.

Na tabela 2, pode ser observado que a média dos tempos requeridos pelas equipes nas fases iniciais, foi de 120 min, o que indica um pequeno deslocamento para o limite inferior do intervalo que foi de 70 min. Como o centro do intervalo seria 125 min $(70+(180-70)/2)$, o deslocamento aproximado é de -5 min. Para as turmas no grupo das fases finais o tempo médio também foi menor que o centro do intervalo e este foi 39% menor que o tempo requerido pelos estudantes nas fases iniciais.

Comparando a tabela 2 com a 1, os estudantes das fases iniciais tiveram uma redução de 20% no tempo necessário para resolver o problema $(100.(150-120)/150)$ e os concluintes tiveram uma redução de 27% $(100.(110-80)/110)$ ao usar a ferramenta MED.

Foi, também, apresentado o sistema de duas equações diferenciais ordinárias, a seguir, para ser resolvido: sem nenhuma ferramenta adicional, com uso exclusivo da ferramenta MED (saída mostrada na figura 3), com uso exclusivo da ferramenta ChatGPT :

$$(1) \frac{dv}{dy} = \sqrt{v}; \quad (2) \frac{dw}{dy} = v + \frac{w}{2}; \text{ Com: } y=[0; 2]; v(0)=10; w(0)=20.$$

O ChatGPT 3.5 produziu o código a seguir, com excelentes instruções de como usá-lo. Foram necessários ajustes no código gerado: nas equações de exemplo que a ferramenta usou, nas condições iniciais e nos nomes das variáveis.

```
function sistema_edo()
# Definindo as condições iniciais
x0 = 1; y0 = 0;
# Vetor de condições iniciais
y_initial = [x0; y0];
# Definindo o intervalo de tempo
t = linspace(0, 10, 100); # de 0 a 10 segundos, com 100 pontos
# Chamando lsode para resolver o sistema
y_solution = lsode(@equacoes_diferenciais, y_initial, t);
# Extraindo as soluções para x(t) e y(t)
x_solution = y_solution(:, 1); y_solution = y_solution(:, 2);
# Plotando as soluções
plot(t, x_solution, '-b', 'LineWidth', 2);
hold on; plot(t, y_solution, '-r', 'LineWidth', 2);
xlabel('Tempo (t)'); ylabel('Soluções'); legend('x(t)', 'y(t)');
title('Solução do Sistema de EDOs'); grid on; hold off;
end
function dydt = equacoes_diferenciais(y, t)
```

```

# Definindo as equações diferenciais
x = y(1);    y = y(2);    dydt = zeros(2,1);
# Equações diferenciais do sistema
dydt(1) = -y;    # dx/dt = -y
dydt(2) = x;     # dy/dt = x
end

```

A ferramenta MED gerou o código a seguir com a indicação de uso no GNU Octave. Foram incluídas as equações nas linhas marcadas com “#<<”, uma vez que os nomes das variáveis e as condições iniciais foram preenchidas na interface do assistente para EDO de MED (figura 3). Cabe enfatizar a grande facilitação percebida pelo professor e pelos alunos.

```

clear all;
# CHANGE only the lines marked with #<<
function [d_dy]= edo_system(_dependent_var_,y)
    v=_dependent_var_(1);
    w=_dependent_var_(2);
    dvdy= v^(1/2) ;#<<
    dwdy= v+w/2 ;#<<
    d_dy=[dvdy,dwdy];
endfunction;
%begin
    #>>initial conditions
    v0=10;    w0=20;
    #>>end
    y=linspace(0,2,10);
    _vw_=lsode("edo_system",[v0,w0],y);
    printf("v[from y=%g to %g]= %g.\n",y(1),y(10),_vw_(10,1));
    printf("w[from y=%g to %g]= %g.\n",y(1),y(10),_vw_(10,2));
    figure(1);    hold("on");grid("on");
    plot(y,_vw_(1,:),"-x;v;");    plot(y,_vw_(2,:),"-x;w;");
    xlabel("y");    ylabel("[v,w]");    hold("off");
%end #Generated by med:m-code easy departure #(c) prof. ..., 2024

```

Com o uso da ferramenta MED, os resultados foram obtidos em 3 min. Com o uso da ferramenta ChatGPT foram necessários de 7 min para a mesma tarefa, sendo que os maiores tempos registrados foram para elaboração da mensagem de entrada para o ChatGPT e para o ajuste do código fornecido. Sem o uso das duas ferramentas a entrega aconteceu em 12min. Neste trabalho, não há o propósito de comparar as duas ferramentas, uma vez que ChatGPT é muito mais complexo e versátil do que MED. Os propósitos aqui foram mostrar como a ferramenta MED pode apoiar com eficiência o ensino de programação para engenharia, que a abordagem baseada em problemas é bastante positiva como estratégia de aprendizagem e que o ChatGPT também encaixa-se bem, na abordagem baseada em problemas.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aprendizagem baseada em problemas associa-se perfeitamente com muitas temáticas das formações de engenheiros. Para o caso da formação de competências e habilidades em programação científica, há uma grande aderência entre o método, os objetos de aprendizagem e os conteúdos. O software MED, foi desenvolvido para ser uma ferramenta de ensino e aprendizagem e proporcionou resultados muito bons, aproximando os estudantes

da programação científica, tornando-a mais próxima das aplicações que as formações acadêmica e profissional requerem. Os tempos médios de solução para as turmas que usaram MED foram quase 30% menores daqueles nas turmas que não usaram. A inteligência artificial generativa, através do ChatGPT, produziu um código totalmente viável requerendo, apenas, pequenas adaptações para o problema apresentado.

REFERÊNCIAS

BUCHANAN, B.G.; FEIGENBAUM, E.A. **Dendral and meta-dendral: their applications dimension**. Artificial Intelligence, 11(1,2), pp. 5-24, 1978.

CANCELIER, A., MAZZUCCO, M. M., MACHADO, R. A F., BOLZAN, A. **Controle de Temperatura de Reatores em Batelada Utilizando Redes Neurais**. I Congresso de Engenharia de Processos do Mercosul, Bahia Blanca Argentina - pp. 87-88, 1 a 4 de setembro de 1997.

CANCELIER, A., MAZZUCCO, M. M., MACHADO, R. A. F., BOLZAN, A. **Temperature Control of Reactors Using Neural Networks**. DYCOPS 5 - 5th IFAC Symposium on Dynamics and Control of Process Systems, Corfu, Greece, 484- 489, 1998.

COSTA JÚNIOR, J. F. et al. **A inteligência artificial como ferramenta de apoio no ensino superior**. Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem, v. 6, p. 246–269, 2023. Disponível em: <https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/111>. Acesso em: 25 jun. 2024.

DE SOUZA E SILVA, S.; STAVNY, F. M.; KALINKE, M. A. **A inteligência artificial no contexto da educação: análise de seus avanços a partir de perspectivas teórico-filosóficas e processos educacionais**. Revista Paradigma, v. XLIII, Edição Temática: Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática, p. 282-306, 2022.

EATON, J.W. **GNU Octave- Scientific Programming Language**, Disponível em: <https://octave.org/>. Acesso em 25 jun. 2024.

GOLDBERG, D., E., **Genetic Algorithms in Search, Optimization e Machine Learning**, Addison Wesley, USA, 1989.

HOLLAND, J., **Adaptation in natural and artificial systems**, Ann Arbor: The University of Michigan Press, 1975.

MASCIOLI, C. M.; MAZZUCCO, M. M.; MACHADO, R. A. F.; BOLZAN, A. **mODELAGEM dIFUSA aPLICADA AO pROCESSO DE pRODUÇÃO DO pOLIESTIRENO eXPANSÍVEL**. 11º CAIP-Congresso Interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Processos, 2013, Lima-Perú, 2013.

MANDANI, E. H., **Application of Fuzzy Algorithm for Control of Simple Dynamic Plant**, Proc. IEEE, v 121, p.1585-1888, 1974.

MAZZUCCO, M. M.; CANCELIER, A.; BOLZAN, A.; **Estratégia de Controle Baseada em Redes Neurais Associada a um Sistema Especialista**, III Congresso Brasileiro de Redes Neurais, p. 179-184, 1997.

MAZZUCCO, M. M.; CANCELIER, A.; BARCIA, R.M.; BOLZAN, A.; MACHADO, R. **Aplicação de uma Rede Neural Feedforward e Algoritmos Genéticos para Controle Preditivo**. ENPROMER'99-II Congresso de Engenharia de Processos do MERCOSUL. 1999.

MAZZUCCO, M. M., MACHADO, R. A F., BOLZAN, A., **Controle de Processos Químicos Utilizando Redes Neurais Artificiais** . I Congresso de Engenharia de Processos do Mercosul, Bahia Blanca - Argentina - pp 85, 1 a 4 de setembro de 1997.

MAZZUCCO, M. M., LIMA, M. C., ROSA, M. R. **VLAB-Um Software para Apoio ao Ensino de Cinética Química**, XIII Enc. de Química da Região Sul, p. QE026, 2005.

MAZZUCCO, M. M., CANCELIER, A. & BOLZAN, A., **Estratégia de Controle Baseada em Redes Neurais Associada a um Sistema Especialista**. III Congresso Brasileiro de Redes Neurais, Florianópolis SC, Anais. pp. 179184, julho de 1997.

MAZZUCCO, M. M.; MACHADO, R. A. F. ; BOLZAN, A. ; BARCIA, R. M. . **Aplicação de uma Rede Neural Feedforward para Controle de Sistemas com tempo morto utilizando horizontes de Controle e Predição Mínimos**. Anais ELAIQ'98 Encuentro Latino Americano de Ingeniería Química, v. 1, 1998.

MAZZUCCO, M. M.; CLAUMANN, C. A.; CARLSON, L. H. C. ; BOLZAN, A.; BARCIA, R. M. . **Ajuste de um Controlador PID através de Algoritmos Genéticos**. Anais ELAIQ'98 Encuentro Latino Americano de Ingeniería Química, v. 1, 1998.

MAZZUCCO, M. M.; BOLZAN, A. ; NEVES, C. H. ; MACHADO, R. A. F.; MASCIOLI, C. M. . **Modelagem difusa das partículas de poliestireno expansível**. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2002, Natal;RN. Anais do XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, v. 1. p. 1-7, 2002.

MAZZUCCO, M. M.; BOLZAN, A.; MACHADO, R. A. F. **Um ambiente de programação, aprendizagem e desenvolvimento para GNU Octave**. In: XVI Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2006, Santos. XVI Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2006.

MAZZUCCO, M. M.; BOLZAN, A. ; BARCIA, R. M. ; MACHADO, R. A. F.; CANCELIER, A. **Application of Genetic Algorithms to the Adjustment of Fuzzy Sets in a Mamdani Controller**. Journal of Food Engineering, v. 17, p. 625-638, 2000.

MAZZUCCO, M. M.; BOLZAN, A.. **Implementação de um controlador preditivo baseado em um modelo neural associado a um sistema especialista**.1997. xi, 111 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Disponível em: <http://www.bu.ufsc.br/teses/PENQ0020-D.pdf>

MAZZUCCO, M. M.; BOLZAN, A. **Um sistema difuso para controle de temperatura de unidades de processamento em batelada**. Florianópolis, 2003. 241 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Disponível em: <https://bu.ufsc.br/teses/PEPS3784.pdf>.

OPENAI. **ChatGPT**. Disponível em <https://openai.com/chatgpt/>. Acesso em 23 jun. 2024.

ZADEH, L. A., **Fuzzy Sets, Information and Control**,v8, p338-353,1965.