

Uso da técnica BERT para criação de um *chatbot* na UFPA Campus Castanhal para suporte aos Discentes

Rômulo F. Moitinho¹, Williane B. dos Santos¹, Thiago A. S. Coqueiro¹

¹Faculdade de Computação – Universidade Federal do Pará (UFPA)
Castanhal – PA – Brazil

romulo.moitinho@castanhal.ufpa.br, williane@ufpa.br, tcoqueiro@ufpa.br

Abstract. *This article discusses the creation of a chatbot based on Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) technology to assist Computer Engineering students at the Faculty of Computing on the Castanhal campus of UFPA. The proposed system aims to provide accurate answers to students' academic questions by using similarity vectors generated from a frequently asked questions (FAQ) database to ensure response accuracy, with the goal of delivering precise answers at any time of the day.*

Keywords: *Chatbot, Artificial Intelligence, BERT, Computer Engineering, FAQ, Natural Processing Language (NPL), Embedding Systems.*

Resumo. *Este artigo aborda a criação de um chatbot baseado na tecnologia Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) para auxiliar os estudantes de Engenharia de Computação da Faculdade de Computação no campus Castanhal da UFPA. O sistema proposto visa fornecer respostas precisas às dúvidas acadêmicas dos alunos, usando vetores de similaridade criados a partir de uma base de dados de perguntas frequentes (FAQ) para garantir a exatidão das respostas, com objetivo de disponibilizar respostas precisas a qualquer hora do dia.*

Palavras-chave: *Chatbot, Inteligência Artificial, BERT, Engenharia de Computação, FAQ, Processamento de Linguagem Natural (PLN), Sistemas de Embedding.*

1. Introdução

Um *chatbot* é uma aplicação de software utilizada para interagir em uma conversação humana de uma forma natural (Microsoft, 2023). A evolução dos *chatbots* é um reflexo direto dos avanços na inteligência artificial (IA) e no processamento de linguagem natural. No início, esses sistemas eram limitados a regras rígidas, onde as respostas só eram acionadas por palavras-chave específicas. Com o desenvolvimento de técnicas mais avançadas de IA, como o aprendizado profundo e os modelos de linguagem natural, os *chatbots* passaram a fornecer respostas mais complexas e contextualizadas (Mayer et al., 2020).

No entanto, com o aprimoramento dessas tecnologias, surgiu um novo desafio: o problema da "alucinação" em IA generativas. A alucinação em *chatbots* refere-se à tendência desses sistemas de gerar informações que podem parecer plausíveis, mas que são, na verdade, falsas ou imprecisas. Esse fenômeno ocorre devido à forma como os modelos são treinados para indicar as palavras mais prováveis a partir de cada pergunta. Como resultado, os usuários podem receber respostas incorretas, especialmente quando a pergunta sai do

contexto ou não tem uma resposta no mundo real (Cortiz, 2023). Para mitigar esse problema, a implementação de sistemas de *embedding*, que utilizam vetores de similaridade para comparar e classificar informações integrado ao BERT no modo de pergunta e resposta se torna eficaz, dada a alta precisão em perguntas e respostas do BERT (Devlin et al., 2018)

O BERT é um Modelo Grande de Linguagem (LLM - *Large Language Model*), proposto para realizar Processamento de Linguagem Natural (NLP - *Natural Language Processing*) (Lacerda, 2021). No treinamento é usado a Aprendizagem de Máquina que consiste na algoritmo para treinar um modelo de previsão, neste caso, as palavras mais prováveis em cada contexto.

Atualmente, o discente que tem dúvidas acadêmicas, apresenta dificuldades no acesso direto à secretaria do campus. Isto é, quanto a uma maior disponibilidade, principalmente nos períodos noturno, por exemplo. Nesse sentido, um chatbot acadêmico disponível 24 horas por dia, seria uma solução de suporte às necessidades dos alunos do curso de Engenharia de Computação da Faculdade de Computação (Facomp) do campus Castanhal da Universidade Federal do Pará (UFPA). Com a crescente complexidade dos currículos e a expansão de tecnologias, é essencial que os estudantes possam contar com um sistema de suporte eficiente, disponível a qualquer momento, sem a necessidade de intervenção humana constante.

Nesse sentido, o uso de um *chatbot* com uma base de dados confiável, fazendo uso de um sistema de *embedding*, apresenta-se como uma estratégia promissora para melhorar a interação entre alunos e o vasto conteúdo acadêmico. Além disso, a técnica BERT (*Bidirectional Encoder Representations from Transformers*) é um modelo de aprendizado de máquina baseado em redes neurais transformadoras, desenvolvido pelo Google, que permite a compreensão contextual das palavras em um texto.

O BERT se destaca por analisar palavras considerando tanto o contexto anterior quanto o posterior na frase, o que aprimora significativamente a interpretação do significado das perguntas feitas pelos alunos. Dessa forma, sua aplicação neste Chatbot possibilita respostas mais precisas e coerentes, reduzindo ambiguidades e melhorando a experiência dos usuários.

Então, este trabalho tem como objetivo geral desenvolver um *chatbot* que seja confiável, priorizando a precisão das respostas para evitar desinformação. Como objetivo específicos criar uma base de dados de perguntas e respostas confiável, desenvolver uma aplicação capaz de processar esses dados enviados pelo usuário (*backend*) e uma interface para o usuário interagir (*frontend*).

Sendo, a organização deste artigo da seguinte forma: Seção 2 descreve sobre os trabalhos correlatos; Seção 3 descreve sobre a ferramenta no processamento de dados do Chatbot; Seção 4 descreve sobre a implementação; Seção 5 descreve sobre os desafio para implantação integral do projeto; Seção 6 descreve a análise dos resultados obtidos; Seção 7 descreve as considerações finais.

2. Uso de *chatbots* em Universidades

Esta seção descreve os trabalhos correlatos.

Gonçalves et al. (2022) exploram a implementação de *chatbots* em instituições de ensino superior brasileiras durante a pandemia de COVID-19, quando a necessidade de atendimento remoto aumentou significativamente. Este estudo apresentou o caso de três instituições que implementaram *chatbots* para atender a demandas estudantis de forma automatizada e contínua, destacando as vantagens desse recurso em termos de acessibilidade e redução de custos operacionais.

Além disso, a pesquisa aponta que a adoção de *chatbots* proporcionou uma melhoria substancial na disponibilidade dos serviços de atendimento ao aluno, além de aliviar a sobrecarga das equipes administrativas.

Já Cordero et al. (2020) analisam a implementação de *chatbots* em uma instituição de ensino superior no Equador, com foco na usabilidade e na satisfação dos usuários com o atendimento automatizado. No estudo, três *chatbots* foram desenvolvidos para auxiliar os alunos em diferentes serviços: TutorDocente, eBooks e BecasUTPL, cada um voltado a uma área específica de atendimento, desde o suporte acadêmico até informações sobre bolsas de estudos. Estes resultados indicam que a usabilidade dos *chatbots* é altamente aceita pelos usuários, com relatórios de precisão nas respostas e facilidade de uso.

Além do mais, Moura (2023) apresentou um estudo sobre o desenvolvimento de um *chatbot* para FAQ utilizando o modelo ChatGPT, com foco na personalização e relevância das respostas. O estudo propõe um *chatbot* que usa processamento de linguagem natural (PLN) para fornecer respostas contextuais e personalizadas às perguntas frequentes dos usuários, mitigando as limitações dos FAQs tradicionais. A abordagem combina ChatGPT com filtros de palavras e verificadores de contexto, que limitam o escopo de respostas e garantem a adequação ao contexto.

Por fim, este trabalho tem como diferencial o uso da tecnologia BERT que, por meio de uma base de perguntas e respostas, pode ser utilizado para o usuário realizar perguntas e receber as devidas respostas. A escolha do BERT se deu pelo seu diferencial na alta precisão e baixa taxa de alucinação em tratar diretamente com perguntas e respostas, como é verificado no *Stanford Question Answering Dataset* (SQuAD) (Devlin et al., 2018), o que evita alucinações de IA e torna-se um excelente alternativa para um *chatbot* universitário, onde a informação precisa é essencial.

3. *Embeddings* Semânticos e Vetores de Similaridade

Para mitigar os problemas de precisão dos *chatbots* baseados em IA, os sistemas de *embedding* surgem como uma solução eficaz. *Embeddings* são representações vetoriais que capturam o significado semântico de palavras e frases, permitindo que o sistema compreenda melhor as relações entre as informações (Cloudflare, 2022). Ao comparar a pergunta do usuário com uma base de dados previamente estruturada, o *chatbot* pode identificar qual resposta mais se aproxima do contexto solicitado.

Com o uso dos *embedding* semânticos é possível criar uma relação entre as palavras e as informações dispostas nos documentos de perguntas e respostas. Uma demonstração de

como isso ocorre é possível ser vista na Figura 1, onde palavras semanticamente semelhantes ficam mais próximas em um vetor representado em forma de plano cartesiano.

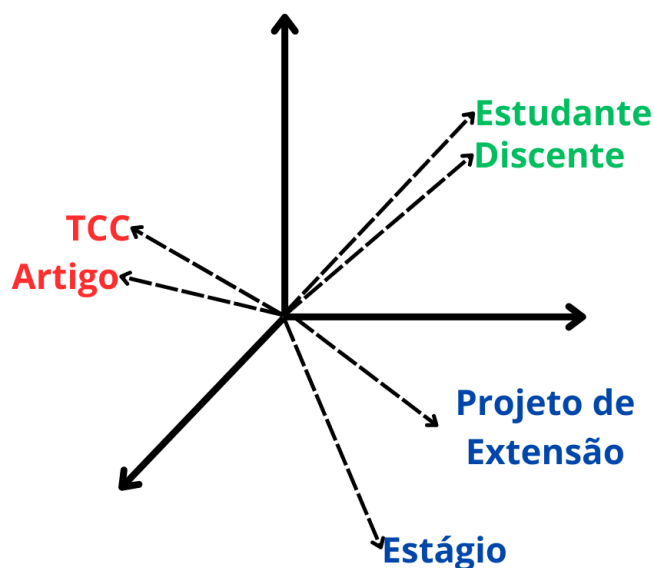


Figura 1. Representa um vetor de similaridade em um plano cartesiano tridimensional.

Assim, o uso dessa ferramenta permite que, quando uma pergunta seja submetida pelo usuário, seja possível transformar a pergunta em um vetor de similaridade e comparar com as com o conjunto de perguntas e respostas disponível na base de dados de perguntas e respostas previamente criada.

3.1 O *Bidirectional Encoder Representations from Transformers* (BERT)

Para garantir a eficiência do sistema, optou-se pela técnica de *embedding* BERT, desenvolvida pelo Google. Que leva em consideração a palavra anterior e posterior de um termo para ter o seu significado semântico, para isso o BERT utiliza duas tarefas principais durante o pré-treinamento: *Masked Language Model* (MLM) e *Next Sentence Prediction* (NSP). No MLM, algumas palavras em uma sentença são mascaradas aleatoriamente, e o modelo deve prever essas palavras com base em seu contexto. No NSP, o objetivo é identificar se uma sentença segue logicamente outra, o que é essencial para tarefas como inferência textual. Essas técnicas tornam o BERT capaz de gerar representações profundas e bidirecionais de linguagem, permitindo que ele se destaque em aplicações complexas, como perguntas e respostas e inferência natural (Devlin et al., 2018).

Uma das contribuições mais notáveis do BERT é sua adaptabilidade. O modelo pré-treinado pode ser ajustado para diferentes tarefas específicas, como análise de sentimento, reconhecimento de entidades nomeadas e sistemas de recomendação. Durante o ajuste fino (*fine-tuning*), todos os parâmetros do modelo são atualizados com base em dados específicos da tarefa, dispensando a necessidade de criar arquiteturas personalizadas. Essa abordagem eficiente reduz significativamente o tempo e o esforço necessários para implementar soluções de PLN de alto desempenho.

Os avanços proporcionados pelo BERT foram validados por sua performance em *benchmarks* renomados. Por exemplo, no GLUE (*General Language Understanding Evaluation*), o BERT alcançou melhorias substanciais em métricas de precisão, e no SQuAD, ele estabeleceu novos recordes de desempenho, demonstrando sua superioridade em tarefas como compreensão de texto e resposta a perguntas (Devlin et al., 2018). Sendo, esta última, essencial para este projeto.

4. Implementação do Chatbot

Para verificar as necessidades que o Chatbot deveria suprir, foi realizada orientação acadêmica com a secretaria do curso, onde foi identificado que as principais necessidades são a disponibilidade da ferramenta em horários fora do expediente da secretaria do curso e em dias não úteis. Além disso, outro ponto levantado foi a necessidade do Chatbot responder às perguntas sempre com respostas exatas da base de dados, a fim de não ocorrer alucinações.

A implementação desta ferramenta foi realizada em duas etapas, a primeira é o *backend* responsável por receber as perguntas dos usuários e comparar com a base de dados para responder as perguntas. Já na segunda parte foi criada uma interface onde o usuário pode inserir suas perguntas e visualizar as respostas. Isto pode ser melhor visualizado no fluxograma do funcionamento deste *chatbot*, na Figura 2.

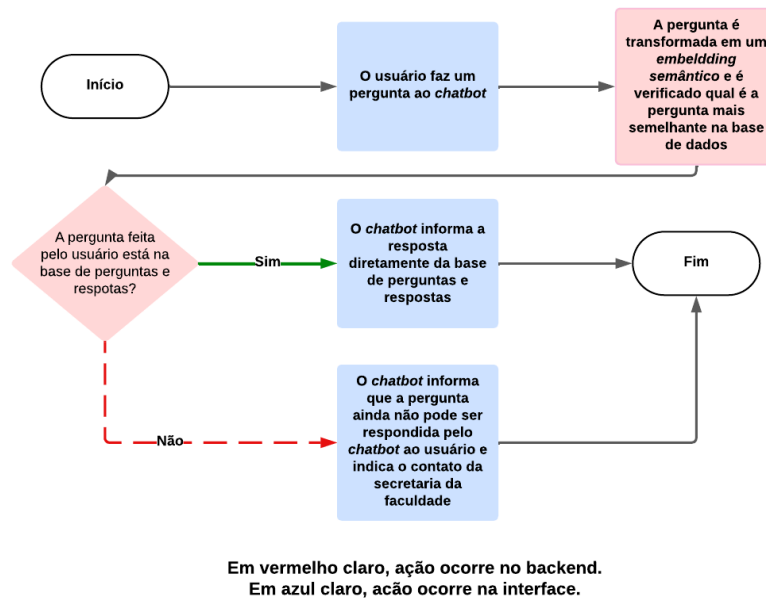


Figura 2. Fluxograma de funcionamento do Chatbot.

4.1 BackEnd

Para realizar a comparação de perguntas e respostas de forma eficiente foi optado por usar o sistema gerador de *embeddings* por modelo pré-treinado da biblioteca Python Transformers para calcular a similaridade entre a pergunta enviada pelo usuário e as perguntas da base de dados. O modelo pré-treinado utilizado foi o *neuralmind/bert-large-portuguese-cased*, opção

escolhida por ser um modelo treinado com uma grande quantidade de texto em português, tornando-o extremamente eficiente em reconhecer contexto em língua portuguesa.

4.1.1 Base de dados de perguntas e respostas

A fim de garantir a precisão das respostas, como citado anteriormente, foi necessária a criação de um banco de dados com as principais dúvidas e respostas. Esse FAQ foi formulado por meio de verificação de documentos oficiais da faculdade e orientação acadêmica com a secretaria do curso, que pode ser verificado na íntegra no apêndice A. Abaixo, um trecho dessa base de dados na tabela 1.

Pergunta	Resposta
Qual o procedimento para colação de grau?	<p>1. Documentos para confecção do diploma: Os documentos obrigatórios deverão ser enviados diretamente pelo discente via SIGAA . No portal do Discente, acesse a aba ENSINO e anexe esses documentos obrigatórios: Cédula de identidade civil (RG - frente e costa), declaração de nada consta de pendências junto à biblioteca e certificado de conclusão do Ensino Médio (frente e costa) conforme portaria 1095/2018. Estes são os documentos obrigatórios que o discente deve anexar.</p> <p>1.1. Atenção: Não será aceito Habilitação. Depois de anexar “ solicitar validação de documentos para registro de diploma”. Após o envio, a Faculdade deverá analisar se o documento enviado pelo discente é o documento exigido. Em caso afirmativo, validar; em caso negativo, negar e o discente deverá enviar novamente o documento correto.</p> <p>2. ENADE: Para colar grau, o discente deverá estar sem pendências no ENADE tanto como ingressante como concluinte. Além disso, o CIAC é a subunidade que atualiza no histórico acadêmico a pendência (que aparece no final do histórico do discente enade concluinte pendente; enade ingressante pendente). Essa atualização ocorre em conformidade com o relatório do ENADE que a Faculdade anexou no pedido de autorização de outorga realizado via sagitta.</p> <p>3. Pendências na Biblioteca: Ressaltamos que o discente também não poderá estar com pendências na biblioteca.</p> <p>4. Documentos que deverão ser enviados para este e-mail: Aproveitamos este e-mail para enviar, em anexo, dois documentos (Termo de autorização e Declaração de Autoria) que deverão ser devidamente preenchidos e assinados pelo discente. Estes documentos (Termo de autorização e</p>

	<p>Declaração de Autoria) e a versão final do TCC devem ser encaminhados para este e-mail da Faculdade, discriminando no corpo do e-mail nome do discente e curso. Caso já tenham enviado os supracitados documentos, por gentileza, desconsiderar.</p> <p>5. Tipos de colação: colação coletiva (realizada com todos os discentes aptos a colarem grau); colação em gabinete (discente apto a colar grau e por motivo de aprovação em concurso público ou pós-graduação). Neste caso o discente deverá solicitar por este e-mail colação em gabinete anexando o documento comprobatório).</p> <p>Tanto a coletiva quanto a de gabinete são solicitadas pela Faculdade ao CIAC via sagitta. Quem autoriza a colação é o próprio CIAC.</p> <p>5.1. No ato solene (colação coletiva ou em gabinete) o colando deverá assinar uma lista de frequência (obrigatório) emitida pelo CIAC. Após a colação esta lista e a ata da cerimônia serão enviados ao CIAC para que, estes documentos a referida subunidade possa emitir o diploma.</p> <p>6. Procuração: Em caso de ausência do colando no ato solene, este deve providenciar uma procuração devidamente reconhecida em cartório e discriminando a finalidade do documento. Por exemplo: procuração com a finalidade dos seguintes poderes: para participar da colação de grau e assinar a frequência.</p> <p>7.Expedição de diplomas: será exclusivamente no formato digital, sob a responsabilidade do CIAC. A Faculdade não tem responsabilidade quanto à emissão do referido documento. Sobre a entrega destes, em caso de formato impresso,a Faculdade envia um e-mail aos formados (quando o diploma já está disponível para a retirada na Coordenação Acadêmica no Campus , altos do prédio administrativo).</p> <p>Conforme o calendário acadêmico vigente, a solicitação de autorização de colação de grau coletiva ao CIAC dos concluintes será realizada após o final do período letivo. Em caso de colação em gabinete por motivo de aprovação em concurso público ou pós-graduação, o discente deverá solicitar por este e-mail colação em gabinete anexando o documento comprobatório.</p> <p>(Resposta de Williane Brasil)</p>
<p>Quais são os requisitos para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)?</p>	<p>O Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é uma atividade obrigatória e deve ser realizado nos dois últimos períodos do curso. Os alunos devem desenvolver um projeto de pesquisa ou de desenvolvimento tecnológico sob a orientação de um</p>

	professor. O TCC deve ser apresentado e defendido publicamente perante uma banca examinadora. O aluno precisa estar regularmente matriculado, ter concluído todas as disciplinas obrigatórias até o 8º período e cumprir as normas estabelecidas pelo colegiado do curso.
Quais são os critérios de avaliação e aprovação no curso?	Os critérios de avaliação e aprovação no curso incluem provas, trabalhos, projetos, participação em aulas e outras atividades acadêmicas definidas pelo professor responsável pela disciplina. A média mínima para aprovação é 5,0, e a frequência mínima exigida é de 75% das aulas e atividades programadas. Os alunos devem também cumprir os prazos para entrega de trabalhos e participar de avaliações práticas e teóricas conforme especificado no plano de ensino de cada disciplina.
Onde os engenheiros de computação podem atuar/trabalhar?	Os engenheiros de computação formados pela UFPA têm diversas possibilidades de atuação profissional, incluindo: <ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento de software e sistemas computacionais. - Gerenciamento de projetos de tecnologia da informação. - Automação e controle de processos industriais. - Consultoria em tecnologia e inovação. - Pesquisa e desenvolvimento em instituições acadêmicas e industriais. - Empreendedorismo em startups e empresas de tecnologia. - Administração de redes e segurança da informação.

Tabela 1. Trecho das perguntas e respostas da base de dados.

4.1.2 Comunicação entre interface e *backend*

Para garantir a comunicação eficiente entre o *backend* e a interface, foi utilizado *framework* Flask, que possibilitou a criação de uma API (*Application Programming Interface*) no *backend* onde os dados de pergunta do usuário pode ser passados da interface para o *backend*, bem como os dados da resposta podem ser enviados à interface.

4.2 Interface

Para permitir uma comunicação mais assertiva, optou-se por utilizar um interface minimalista onde o usuário tem a informação “Faça sua pergunta ao FacompBot!”, onde novamente foi usado o *framework* Flask devido a sua simplicidade na hora de criar interfaces na linguagem de programação Python. Nessa interface, o usuário pode digitar a pergunta na caixa de texto, presente na Figura 3 e clicar em “Enviar”.

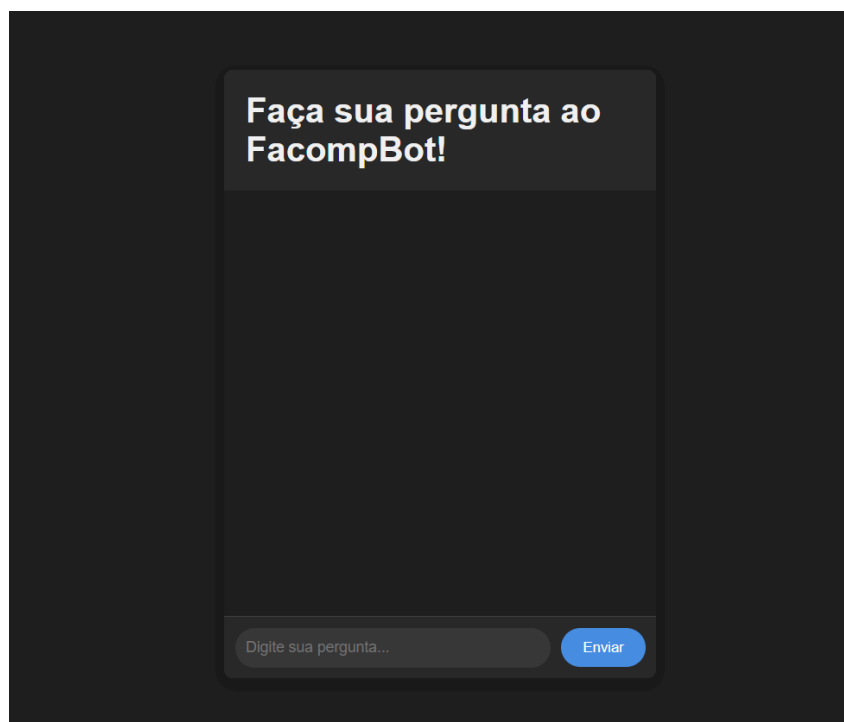


Figura 3. Tela inicial do chatbot.

Após o usuário clicar em enviar a pergunta ou pressionar enter, podemos ver na Figura 4 o Chatbot respondendo à pergunta “Quais são as disciplinas obrigatórias?”.

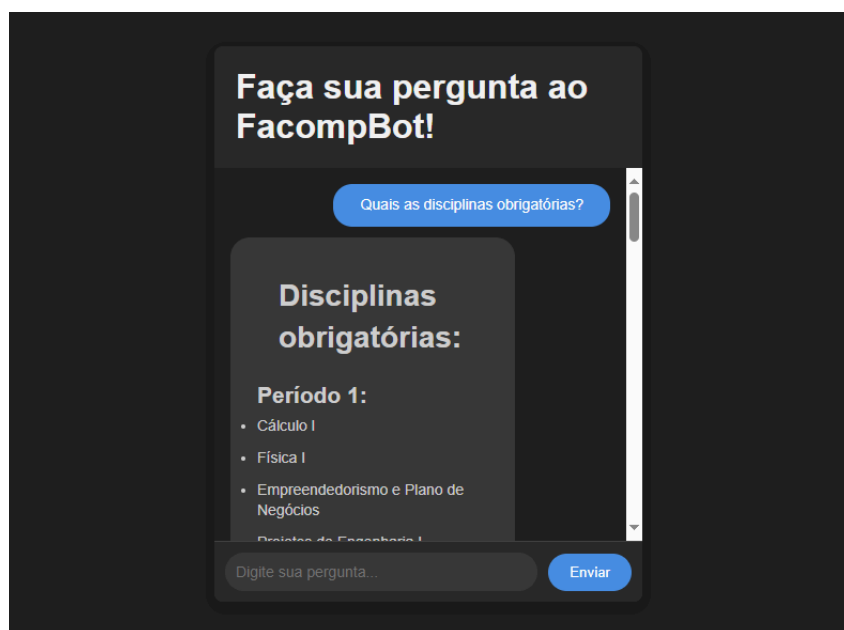


Figura 4. Tela do chatbot após a resposta da pergunta “Quais são as disciplinas obrigatórias?”.

Já na Figura 5, após o usuário submeter ao Chatbot a pergunta “Onde o engenheiro de computação pode atuar?”, o Chatbot responde na sequência.

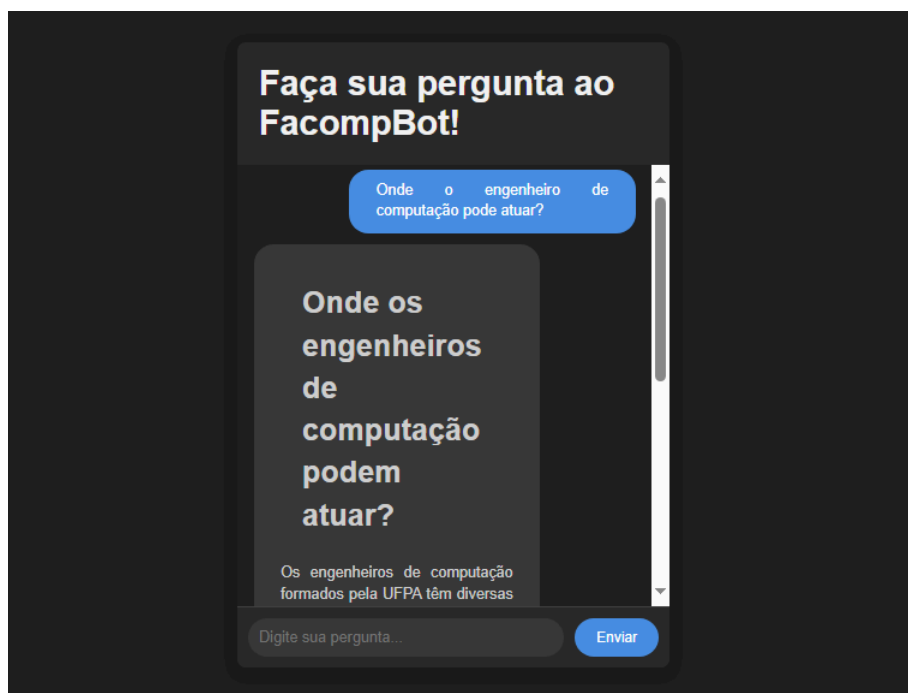


Figura 5. Tela do chatbot após a resposta da pergunta “Como é feita a avaliação na facomp?”

Por último, temos na Figura 6 mais um exemplo de pergunta respondida pelo Chatbot, desta vez a pergunta em questão é “Como é feita a avaliação na facomp?”.



Figura 6. Tela do chatbot após a resposta da pergunta “Como é feita a avaliação na facomp?”.

5. Desafios

O desenvolvimento de um *chatbot* para os estudantes de Engenharia de Computação apresenta desafios, especialmente no que se refere à manutenção da base de dados e à atualização contínua das informações. É essencial verificar regularmente o conteúdo para garantir que ele esteja atualizado e inserir novos conjuntos de perguntas e respostas de acordo com as demandas dos alunos. Essa tarefa requer atenção constante, visto que a precisão das respostas depende diretamente da qualidade e da relevância dos dados disponíveis.

Além disso, os custos para disponibilizar essa ferramenta on-line são um aspecto importante do projeto. Manter o *chatbot* disponível on-line exige o pagamento de uma plataforma de hospedagem confiável, capaz de suportar o tráfego de usuários e a bem como o processamento das perguntas. Sendo assim, torna-se necessário um investimento no projeto para se tornar amplamente disponível.

6. Análise dos Resultados

Para analisar a usabilidade do Chatbot foi disponibilizado a 10 testadores do grupo alvo: estudantes de Engenharia da Computação da UFPA Campus Castanhal. Após a realização dos testes, cada testador respondeu ao formulário de System Usability Scale (SUS).

O SUS consiste em um formulário de 10 perguntas e é amplamente utilizado para analisar o quão fácil é usar um produto, serviço ou software. Após as respostas às perguntas, que têm como respostas 1 até 5 de quão o usuário concorda com uma determinada afirmação, é calculado o Score do aplicativo que pode variar de 0 até 100; Sendo de 0 até 60 nota F, de 60 até 70 nota D, de 70 até 80 nota C, de 80 até 90 nota B e de 90 até 100 nota A. (Broke, 2013).

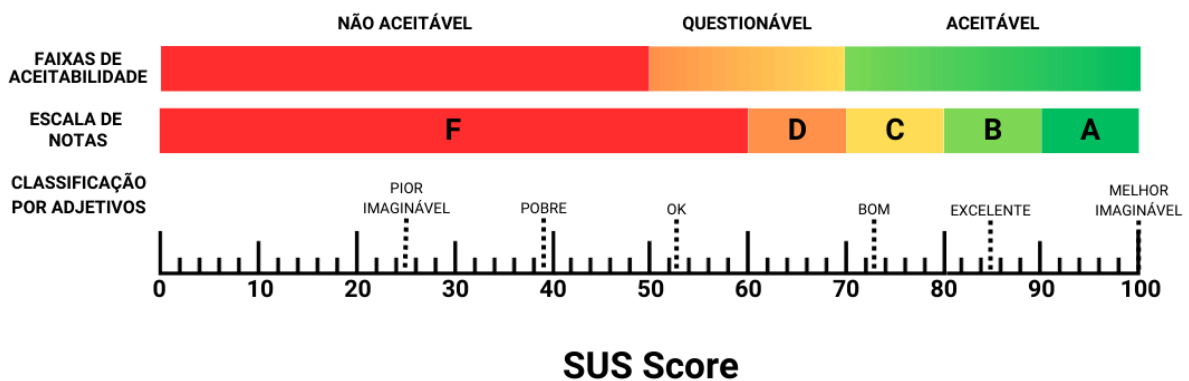


Figura 7. Escala do SUS (Adaptada de Broke, 2013).

Ao fim dos testes, foi observada um Score de 94,25, levando ao Chatbot a pontuação A, demonstrando que, para o grupo destinado, o Chabot é uma ferramenta simples e fácil de ser utilizada.

Para analisar a eficácia do Chatbot em retornar aos usuários as respostas esperadas, foi realizado um teste com perguntas semelhantes à pergunta do banco de perguntas. Para a escolha das perguntas a serem testadas, foi perguntado aos testadores quais as 4 perguntas mais importantes para eles na base de dados e posteriormente foram selecionadas as 4 mais frequentes entre estas. Essa relação pode ser vista na tabela 2, logo abaixo.

Pergunta original	Perguntas testadas	Eficácia
Qual o procedimento para colação de grau?	“Como se dá a colação de grau”, “Colação de grau”, “Como fazer a colação de grau”, “Diga sobre a colação de grau”.	Das 4 perguntas testadas, 3 obtiveram a resposta correta.
Quais são os requisitos para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)?	“Fale sobre o Trabalho de conclusão de curso”, “Fale sobre o TCC”, “Trabalho de conclusão de curso”, “Quais os requisitos do TCC?”.	Das 4 perguntas testadas, 4 obtiveram a resposta correta.
Quais são os critérios de avaliação e aprovação no curso?	“Como é feita a avaliação na facomp?”, “Quais os critérios de avaliação?”, “Como somos avaliados?”, “Como ser aprovado nas disciplinas?”.	Das 4 perguntas testadas, 3 obtiveram a resposta correta.
Onde os engenheiros de computação podem atuar/trabalhar?	“Onde podemos trabalhar?”, “Onde o engenheiro de computação pode atuar?”, “Quais locais podemos trabalhar?”, “Como os engenheiros de computação podem trabalhar?”.	Das 4 perguntas testadas, 4 obtiveram a resposta correta.

Tabela 2. Relação entre perguntas testadas e eficiência do Chatbot.

Após este teste, podemos identificar que das 16 perguntas realizadas apenas duas perguntas foram respondidas de forma incorreta, tornando ao Chatbot um eficácia de 87,5%. Essa relação de perguntas respondidas de forma correta ou errada pode ser vista no gráfico 1, logo abaixo.

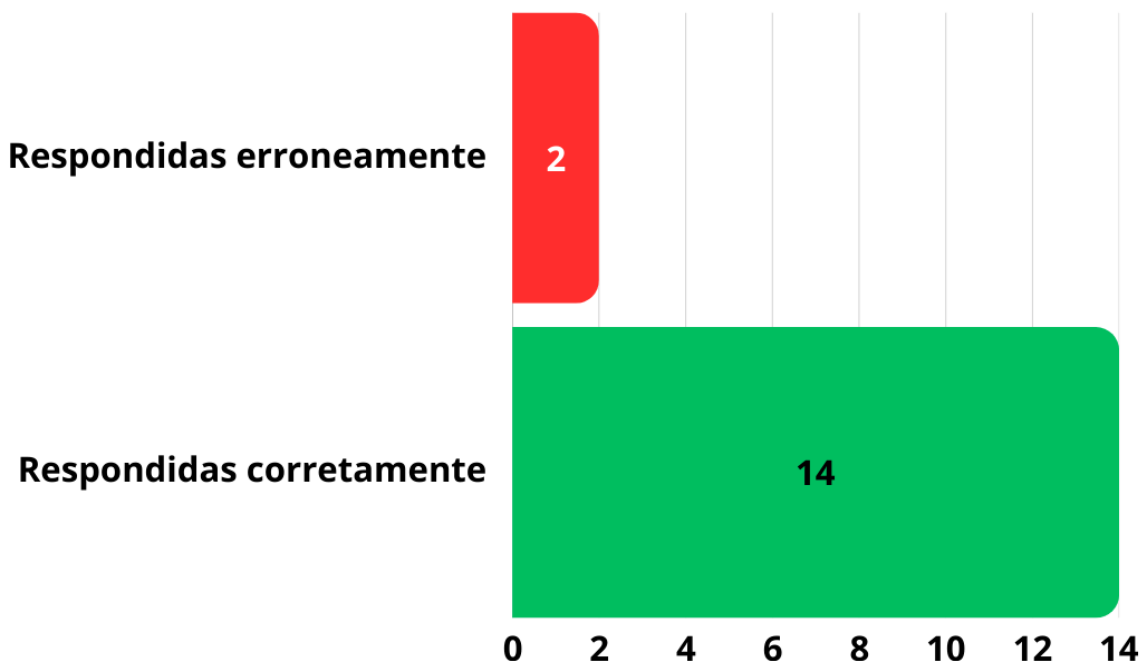


Gráfico 1. Relação entre perguntas respondidas corretamente ou não do Chatbot.

Das perguntas realizadas apenas duas variações tiveram as respostas incorretas onde a variação “Diga sobre a colação de grau” o Chatbot não conseguiu encontrar uma relação clara com a pergunta original e retorno que não tinha a resposta; e a variação “Como somos avaliados?” que retornou resposta à pergunta “Como são organizadas as atividades complementares e qual é sua importância?” (disponível no Apêndice A), aqui o erro se deu por conta da relação entre a variação e a pergunta retornada.

Verificando esses erros ocorridos, uma das possibilidades para obter uma melhor eficácia seria treinar um modelo BERT com documentos da faculdade e sites da faculdade e do campus, permitindo ao modelo uma melhor compreensão da semântica das perguntas com base no contexto acadêmico.

7. Considerações Finais

O desenvolvimento de um chatbot voltado para os estudantes de Engenharia de Computação da Facomp do Campus Castanhal da UFPA tem o potencial de transformar a forma como os alunos interagem com os serviços acadêmicos. Ao usar a técnica de embedding BERT, o *chatbot* proporciona respostas mais rápidas e precisas, aliviando a sobrecarga dos serviços de apoio e melhorando a experiência do aluno.

A precisão do Chatbot fica clara quando analisamos o teste de variação de perguntas onde vemos que, das 16 variações de perguntas, 14 trouxeram a resposta esperada, possibilitando uma eficácia de cerca de 87,5%.

Além disso, o Chatbot obteve nota A, com Score de 94,25 pontos no System Usability Scale, que é um ótimo resultado, mas, vale ressaltar que o público alvo, discentes de Engenharia de Computação, é um público que, em geral, já é familiarizado com interfaces de sites.

No entanto, é importante considerar os desafios técnicos, como a necessidade de uma base de dados confiável e o investimento para permitir a disponibilidade de um *chatbot* para a comunidade de discentes de Engenharia de Computação.

Em trabalhos futuros, é importante realizar um teste comparativo entre o BERT e o ChatGPT. Além disso, importante também, para melhorar a eficácia do modelo, treinar o modelo BERT com documentos e sites da faculdade e universidade, para um modelo com melhor compreensão da semântica no contexto acadêmico.

Referências

- O que é um chatbot. Microsoft, 2023. Disponível em: <https://powervirtualagents.microsoft.com/pt-pt/what-is-a-chatbot/>. Acesso em: 19 de maio de 2024.
- O que são embeddings no aprendizado de máquina?. 2022. Disponível em: <https://www.cloudflare.com/pt-br/learning/ai/what-are-embeddings/>. Acesso em: 03 de outubro de 2024.
- MAHER, Santosh; KAYTE, Sangramsing; NIMBHORE, Sunil. Chatbots & its techniques using AI: an review. *International journal for research in applied science and engineering technology*, v. 8, n. 12, p. 503-508, 2020.
- Cortiz, Diogo. Entendendo as alucinações do ChatGPT. 2023. Disponível em: <https://diogocortiz.com.br/entendendo-as-alucinacoes-do-chatgpt/>. Acesso em: 29 de janeiro de 2025.
- Lacerda, Larissa. Tudo sobre o BERT: o novo algoritmo do Google que promete revolucionar as SERPs. 2021. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/bert/>. Acesso em 29 de janeiro de 2025.
- Aprendizado de máquina versus deep learning versus redes neurais. IBM. 2024. Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/topics/machine-learning>. 29 de janeiro de 2025.
- Gonçalves, G. S., Ribeiro, T. de L. S., Teixeira, J. E. V., & Costa, B. K. (2022). The deployment of chatbot to improve customer service in higher education institutions during COVID-19. *International Journal of Innovation*, 10(1), 178–203.
- J. Cordero, A. Toledo, F. Guamán and L. Barba-Guamán, "Use of chatbots for user service in higher education institutions," 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Seville, Spain, 2020, pp. 1-6, doi: 10.23919/CISTI49556.2020.9141108.
- Moura, A. F. S. A. Desenvolvimento de um ChatBot para FAQ utilizando ChatGPT. Centro de Informática Universidade Federal da Paraíba. 2023.
- DEVLIN, J.; CHANG, M.-W.; LEE, K.; TOUTANOVA, K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. *arXiv e-prints*, Art. no. arXiv:1810.04805, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1810.04805>. Acesso em: 22 nov. 2024.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Computação. Castanhal, 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. Portaria nº 1.095, de 25 de outubro de 2018. Dispõe sobre a expedição e o registro de diplomas de cursos superiores de graduação. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, n. 207, p. 32, 26 out. 2018, seção 1.
- BROOKE, John B. SUS: a retrospective. *Journal of Usability Studies*, v. 8, n. 2, p. 29–40, fev. 2013.

APÊNDICE A – Base de perguntas e respostas

Pergunta	Resposta
<p>Qual é o objetivo principal do curso de Engenharia de Computação?</p>	<p>O objetivo do curso de Engenharia de Computação é prover uma formação que capacite o profissional para soluções de problemas do mundo real, por meio da concepção e implementação de sistemas e modelos computacionais. Os alunos têm uma formação geral dentro da engenharia, permitindo flexibilidade e versatilidade após a graduação, com conhecimentos em matemática, física, eletricidade e fundamentos de computação. Além disso, o curso objetiva fornecer uma formação humanística que enfatiza aspectos éticos, ambientais e empreendedores.</p>
<p>Qual é o perfil do egresso do curso de Engenharia de Computação</p>	<p>O Engenheiro de Computação deve ter um perfil diversificado, compreendendo a construção, programação e aplicação de sistemas computacionais em variados campos do conhecimento. Esse profissional utiliza raciocínio lógico e conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais para resolver problemas de engenharia. O egresso deve ser capaz de se comunicar com profissionais de diversas áreas e deve desenvolver habilidades como supervisão de sistemas, planejamento de projetos, resolução de problemas, comunicação eficiente, atuação em equipes multidisciplinares e aplicação de ética profissional.</p>
<p>Quais são as áreas de formação destacadas pelo curso?</p>	<p>O curso de Engenharia de Computação destaca a formação acadêmica nas áreas de Sistemas de Suporte à Decisão e Sistemas e Processos Industriais. A área de Sistemas de Suporte à Decisão envolve o desenvolvimento de metodologias que combinam estatística, inteligência computacional e bases de dados para análise e suporte à tomada de decisão. A área de Sistemas e Processos Industriais é voltada para soluções customizadas para a indústria e agroindústria, incluindo sistemas embarcados e automação e controle.</p>

<p>Como é estruturada a oferta do curso de Engenharia de Computação na UFPA?</p>	<p>O curso é ofertado na modalidade presencial, com ingresso via processo seletivo. São disponibilizadas 30 vagas por turno (matutino e vespertino), totalizando 10 períodos, com duração mínima de 5 anos e máxima de 7,5 anos. O título conferido é de Bacharel em Engenharia de Computação, e o curso possui uma carga horária total de 3600 horas.</p>
<p>Quais são os fundamentos epistemológicos, éticos e didático-pedagógicos do curso?</p>	<p>Os fundamentos do curso incluem interdisciplinaridade, transversalidade, participação em eventos extraclasse, empenho político-cultural e a integração entre ensino, pesquisa e extensão. O curso incentiva uma formação holística e polivalente, com ações direcionadas à formação técnica e humanística dos estudantes, desenvolvendo senso crítico e habilidades sociais e éticas necessárias para a atuação profissional e cidadã.</p>
<p>Quais são as competências e habilidades que o curso busca desenvolver nos alunos?</p>	<p>O curso busca desenvolver diversas competências e habilidades nos alunos, tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia. - Projetar e conduzir experimentos, além de interpretar dados. - Projetar sistemas, componentes ou processos para atender a necessidades específicas. - Identificar, formular e resolver problemas de engenharia. - Comunicar-se eficazmente. - Compreender e aplicar a ética profissional e a responsabilidade social. - Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental. - Reconhecer a necessidade de, e engajar-se em, desenvolvimento profissional contínuo. - Utilizar técnicas, habilidades e ferramentas modernas da engenharia. - Atuar em equipes multidisciplinares.
<p>Como o curso de Engenharia de Computação integra a teoria com a prática?</p>	<p>O curso de Engenharia de Computação integra a teoria com a prática através de uma combinação de disciplinas teóricas e</p>

	<p>laboratoriais. Os alunos participam de projetos integradores, estágios supervisionados e atividades de extensão que possibilitam a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos. Além disso, o curso promove a participação em pesquisas e eventos científicos, e incentiva a interação com o mercado de trabalho por meio de parcerias com empresas e instituições.</p>
<p>Quais são os critérios de avaliação e aprovação no curso?</p>	<p>Os critérios de avaliação e aprovação no curso incluem provas, trabalhos, projetos, participação em aulas e outras atividades acadêmicas definidas pelo professor responsável pela disciplina. A média mínima para aprovação é 5,0, e a frequência mínima exigida é de 75% das aulas e atividades programadas. Os alunos devem também cumprir os prazos para entrega de trabalhos e participar de avaliações práticas e teóricas conforme especificado no plano de ensino de cada disciplina.</p>
<p>Onde os engenheiros de computação podem atuar/trabalhar?</p>	<p>Os engenheiros de computação formados pela UFPA têm diversas possibilidades de atuação profissional, incluindo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento de software e sistemas computacionais. - Gerenciamento de projetos de tecnologia da informação. - Automação e controle de processos industriais. - Consultoria em tecnologia e inovação. - Pesquisa e desenvolvimento em instituições acadêmicas e industriais. - Empreendedorismo em startups e empresas de tecnologia. - Administração de redes e segurança da informação.
<p>Como é estruturado o estágio supervisionado no curso de Engenharia de Computação?</p>	<p>O estágio supervisionado é uma atividade obrigatória no curso de Engenharia de Computação e deve ser realizado em empresas, instituições ou laboratórios que possuam convênio com a UFPA. O estágio tem como objetivo proporcionar ao aluno a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos em situações reais de trabalho, desenvolvendo habilidades práticas e profissionais. A carga horária mínima para o</p>

	estágio supervisionado é de 160 horas, e o aluno deve ser acompanhado por um supervisor na empresa e por um professor orientador na universidade.
Quais são os requisitos para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)?	O Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é uma atividade obrigatória e deve ser realizado nos dois últimos períodos do curso. Os alunos devem desenvolver um projeto de pesquisa ou de desenvolvimento tecnológico sob a orientação de um professor. O TCC deve ser apresentado e defendido publicamente perante uma banca examinadora. O aluno precisa estar regularmente matriculado, ter concluído todas as disciplinas obrigatórias até o 8º período e cumprir as normas estabelecidas pelo colegiado do curso.
Quais são os conteúdos abordados nas disciplinas de formação básica do curso?	As disciplinas de formação básica do curso de Engenharia de Computação incluem conteúdos de Matemática (Cálculo, Álgebra Linear, Geometria Analítica), Física (Mecânica, Eletricidade e Magnetismo, Termodinâmica), Química Geral, Expressão Gráfica, Computação (Introdução à Computação, Algoritmos e Programação, Estruturas de Dados) e Engenharia (Fundamentos de Circuitos Elétricos, Eletrônica Básica). Essas disciplinas fornecem os fundamentos necessários para as disciplinas específicas e profissionais do curso.
Como são organizadas as atividades complementares e qual é sua importância?	As atividades complementares são componentes curriculares obrigatórios e devem totalizar 200 horas. Elas podem incluir participação em projetos de pesquisa e extensão, monitorias, estágios não obrigatórios, participação em eventos científicos, cursos de extensão, entre outras atividades. Essas atividades são importantes para a formação integral do aluno, proporcionando experiências práticas e ampliando os conhecimentos adquiridos nas disciplinas formais do curso.
Quais são as disciplinas específicas e profissionais do curso de Engenharia de Computação?	As disciplinas específicas e profissionais do curso incluem, entre outras, Programação Orientada a Objetos, Sistemas Operacionais,

	<p>Redes de Computadores, Banco de Dados, Engenharia de Software, Sistemas Digitais, Microprocessadores e Microcontroladores, Sistemas Embarcados, Controle e Automação, Inteligência Artificial e Robótica. Essas disciplinas aprofundam os conhecimentos técnicos e tecnológicos necessários para a atuação profissional do engenheiro de computação.</p>
<p>Qual é a estrutura curricular do curso de Engenharia de Computação na UFPA?</p>	<p>A estrutura curricular do curso é composta por disciplinas obrigatórias e optativas, estágio supervisionado, atividades complementares e o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). As disciplinas obrigatórias são oferecidas nos dez períodos do curso, com uma carga horária total de 3600 horas. Além disso, os alunos devem cumprir 200 horas de atividades complementares e realizar o TCC nos dois últimos períodos.</p>
<p>Quais são os principais desafios enfrentados pelos estudantes durante o curso de Engenharia de Computação?</p>	<p>Os principais desafios enfrentados pelos estudantes durante o curso incluem a alta carga de disciplinas teóricas e práticas, a necessidade de conciliar estudos e atividades extracurriculares, o desenvolvimento de projetos complexos, a realização de estágios obrigatórios, e a preparação para o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Além disso, os alunos precisam se adaptar ao ritmo intenso e à exigência de constante atualização de conhecimentos devido à rápida evolução tecnológica.</p>
<p>Quais são as oportunidades de intercâmbio e programas internacionais disponíveis para os alunos do curso?</p>	<p>A UFPA oferece diversas oportunidades de intercâmbio e programas internacionais para os alunos do curso de Engenharia de Computação, em parceria com instituições de ensino e pesquisa de diversos países. Essas oportunidades incluem programas de mobilidade acadêmica, estágios internacionais, participação em conferências e seminários no exterior, e projetos de pesquisa colaborativa. Os alunos interessados devem atender aos requisitos específicos de cada programa e podem buscar orientação na Coordenadoria de Mobilidade e Cooperação Internacional da UFPA.</p>

<p>Como os alunos podem se envolver em projetos de pesquisa durante o curso?</p>	<p>Os alunos podem se envolver em projetos de pesquisa durante o curso participando de grupos de pesquisa, projetos de iniciação científica, e atividades de extensão. A UFPA possui diversas linhas de pesquisa nas áreas de Computação, Automação, Inteligência Artificial, Robótica, entre outras. Os alunos podem buscar orientação de professores e pesquisadores, submeter propostas de projetos e candidatar-se a bolsas de pesquisa oferecidas por agências de fomento como CNPq, CAPES e FAPESPA.</p>
<p>Quais são os principais laboratórios e infraestrutura disponível para os alunos do curso?</p>	<p>O curso de Engenharia de Computação da UFPA conta com diversos laboratórios equipados para atender às necessidades de ensino, pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Entre os principais laboratórios estão o Laboratório de Sistemas Embarcados, Laboratório de Redes de Computadores, Laboratório de Automação e Controle, Laboratório de Eletrônica, e Laboratório de Inteligência Artificial. A infraestrutura também inclui salas de aula equipadas com recursos multimídia, bibliotecas com acervos atualizados, e acesso a bases de dados e revistas científicas.</p>
<p>Quais são os critérios para a escolha de disciplinas optativas no curso?</p>	<p>As disciplinas optativas no curso de Engenharia de Computação permitem que os alunos aprofundem seus conhecimentos em áreas específicas de interesse. Os critérios para a escolha dessas disciplinas incluem a compatibilidade com o horário das disciplinas obrigatórias, o cumprimento de pré-requisitos específicos, e a disponibilidade de vagas. Os alunos devem consultar o plano de ensino de cada disciplina optativa e discutir suas escolhas com o orientador acadêmico para garantir que atendam aos objetivos de formação e interesses profissionais.</p>
<p>Quais são as disciplinas do curso?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Período 1: - Cálculo I - Física I - Empreendedorismo e Plano de Negócios - Projetos de Engenharia I

	<ul style="list-style-type: none"> - Eletrônica Digital - Programação I - Período 2: - Arquitetura e Organização de Computadores - Cálculo II - Variáveis Complexas - Álgebra Linear - Projetos de Engenharia II - Física II - Programação II - Período 3: - Circuitos Elétricos - Probabilidade e Processos Estocásticos - Estruturas de Dados - Metodologia Científica - Cálculo III - Período 4: - Engenharia de Software - Sistemas Operacionais - Eletrônica Analógica - Redes de Comunicação de Dados - Sinais e Sistemas - Período 5: - Teoria da Computação - Estatística - Processamento Digital de Sinais - Cálculo Numérico - Microprocessadores e Microcontroladores - Período 6: - Teoria Eletromagnética - Inteligência Computacional - Sistemas de Controle - Otimização de Sistemas - Banco de Dados - Período 7: - Automação de Processos Industriais e Agroindustriais - Projetos de Engenharia III - Séries temporais - Processamento de Alto Desempenho - Avaliação de desempenho de sistemas e processos - Comunicações Digitais - Período 8: - Análise e Projetos de Sistemas de
--	---

	<p>Hardware</p> <ul style="list-style-type: none"> - Programação Embarcada - Mineração de dados - Empreendedorismo aplicado ao agronegócio <p>Período 9:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Projeto de Pesquisa - Educação Ambiental e desenvolvimento sustentável <p>Computação Gráfica e Processamento de Imagens</p> <p>Período 10:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estágio Supervisionado - Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Disciplina Optativa 1 - Disciplina Optativa 2 - Disciplina Optativa 3 - Entrega de Atividades Científico Culturais (ACC)
<p>Quais são as disciplinas optativas que a faculdade pode ofertar?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicações Digitais II - Controle Digital - Desenvolvimento de Jogos - Inglês Instrumental - Língua Brasileira de Sinais (Libras) - Modelagem e Simulação por computadores - Projeto de Circuitos Integrados - Projeto de Sistemas em Chip - Sistemas de Controle II - Sistemas de Informações <p>Geográficas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de Informações <p>Geográficas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas de Informações <p>Regionais</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tecnologias e Protocolos de Redes Industriais <p>Teoria Eletromagnética II</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tópicos Especiais em Banco de Dados <p>Tópicos Especiais em Computação Móvel</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tópicos Especiais em Engenharia de Software - Tópicos especiais em Inteligência Artificial

	<ul style="list-style-type: none"> - Tópicos Especiais em Mineração de Dados - Tópicos Especiais em Redes de Comunicação de Dados - Tópicos Especiais em Sistemas Embarcados
<p>Quais as perguntas disponíveis no chatbot?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Qual é o objetivo principal do curso de Engenharia de Computação? - Qual é o perfil do egresso do curso de Engenharia de Computação - Quais são as áreas de formação destacadas pelo curso? - Como é estruturada a oferta do curso de Engenharia de Computação na UFPA? - Quais são os fundamentos epistemológicos, éticos e didático-pedagógicos do curso? - Quais são as competências e habilidades que o curso busca desenvolver nos alunos? - Como o curso de Engenharia de Computação integra a teoria com a prática? - Quais são os critérios de avaliação e aprovação no curso? - Quais são as possibilidades de atuação profissional para os engenheiros de computação formados pela UFPA? - Como é estruturado o estágio supervisionado no curso de Engenharia de Computação? - Quais são os requisitos para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)? - Quais são os conteúdos abordados nas disciplinas de formação básica do curso? - Como são organizadas as atividades complementares e qual é sua importância? - Quais são as disciplinas específicas e profissionais do curso de Engenharia de Computação? - Qual é a estrutura curricular do curso de Engenharia de Computação na UFPA? - Quais são os principais desafios enfrentados pelos estudantes durante o curso de Engenharia de Computação? - Quais são as oportunidades de intercâmbio e programas internacionais disponíveis para os alunos do curso? - Como os alunos podem se envolver em projetos de pesquisa durante o curso?

	<ul style="list-style-type: none">- Quais são os principais laboratórios e infraestrutura disponível para os alunos do curso?- Quais são os critérios para a escolha de disciplinas optativas no curso?- Quais são as disciplinas do curso?- Quais são as disciplinas optativas que a faculdade pode ofertar?
--	--

Fonte: Autoria própria.