

SmartUFSM: Uma Arquitetura de Software para Suporte a Recomendações em Campus Universitários Inteligentes

Adriel da Silva Lopes¹, André Vinícius Lima do Nascimento¹,
Cinara Raquel da Rosa Floripes¹, Martin Hideki Mensch Maruyama¹,
Gabriel Machado Lunardi², Vinícius Maran¹

¹Laboratory of Ubiquitous, Mobile and Applied Computing (LUMAC)
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
Rod. Taufik Germano, nº 3013 – 96503-205 – Cachoeira do Sul – RS – Brazil

²Colégio Politécnico – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
Av. Roraima, 1000 – Santa Maria – RS – Brazil

adriellopes777@hotmail.com, {andvin2014, cinarafloripesoficial}@gmail.com

{martinmaruyama448, gmlunardi}@gmail.com, vinicius.maran@ufsm.br

Abstract. *Intelligent University Campus has as its main objective the creation of intelligent spaces, with the objective of optimizing installations and services. These have recommendation systems that can filter content to make intelligent decisions, helping their users to search for materials, resources, educational events, among others. In this context, the SmartUFSM project aims to create a software architecture that supports different forms of recommendations, which are dynamically used according to a series of rules. The project is currently in the development phase, and in the phase of prototyping interfaces for registering users and presenting recommendations. These are obtained through the project's recommendations software, which currently uses content-based filtering. In this work, the main characteristics of the project are presented, as well as a list of future directions of development and evolution of the prototypes and the project itself. Some of these future directions are about improving the architecture to support different forms of recommendations, migrating their filtering techniques to a hybrid system, making recommendations more accurate and personalized.*

Resumo. *Campus Universitários Inteligentes têm como objetivo principal a criação de espaços inteligentes, com o objetivo de otimizar instalações e serviços. Estes possuem sistemas de recomendação que podem filtrar conteúdos para tomar decisões inteligentes, auxiliando seus usuários na busca por materiais, recursos, eventos educacionais, entre outros. Neste contexto, o projeto SmartUFSM tem como objetivo a criação de uma arquitetura de software que suporte diversas formas de recomendações, que são utilizadas de forma dinâmica de acordo com uma série de regras. O projeto atualmente encontra-se em fase de desenvolvimento, e em fase de prototipação de interfaces para cadastro de usuários e a apresentação de recomendações. Estas são obtidas através do software de recomendações do projeto, que atualmente utiliza filtragem baseada em conteúdo. Neste trabalho são apresentadas as principais*

características do projeto, bem como uma lista de direções futuras de desenvolvimento e evolução dos protótipos e projeto em si. Algumas destas direções futuras tratam do aperfeiçoamento da arquitetura para que suporte diversas formas de recomendações, migrando as suas técnicas de filtragem para um sistema híbrido, tornando as recomendações mais precisas e personalizadas.

1. Introdução

As cidades inteligentes são em parte o resultado de avanços no campo das tecnologias de informação e comunicação (ICT) onde, graças à Internet das coisas (IoT), vários dispositivos podem se conectar à internet e gerar informações que lhes permitem interagir efetivamente com outros dispositivos e sistemas [Atzori et al. 2010]. Ambientes de cidades inteligentes são amplos, complexos e exigem que especialistas em diferentes áreas trabalhem juntos com o objetivo de otimizar recursos [Morales Lucas et al. 2018].

A área de campus universitários inteligentes (*smart campus*) propõe a criação de espaços inteligentes, semelhantes as propostas de cidades inteligentes, porém com o escopo limitado ao ambiente universitário e suas especificidades. A distribuição geográfica, administração e o número de pessoas que os frequentam constituem ambientes ideais para a demonstração de técnicas ou processos de um campus inteligente [Vasileva et al. 2018].

Smart Campus são baseados na tecnologia IoT e seu objetivo é alcançar o gerenciamento e serviço inteligentes no campus. Através da IoT, a combinação mútua de professores e alunos, instalações de aprendizado e informações geradas por instalações são realizadas [Yang et al. 2018]. Trabalhos recentes [Yang et al. 2018] identificaram oito áreas para o design de um campus inteligente, nomeadamente as seguintes: E-Card, sala de aula inteligente, aprendizagem adaptativa, gestão de energia, otimização e centro de dados analíticos, transporte inteligente, instalações inteligentes, segurança e proteção.

Plataformas online se destacam pelas grandes quantidades de informações disponíveis para os seus usuários, no entanto, essa alta oferta traz consigo a necessidade de filtros para suprir as demandas específicas dos seus usuários, tornando os sistemas mais eficientes e expondo quem usufrui destes serviços à apenas conteúdos relevantes de acordo com seus interesses. “*Os sistemas de recomendação desempenham um papel vital para manter os usuários engajados com conteúdo personalizado em plataformas online modernas*” [Ebesu et al. 2018].

Neste contexto, o projeto SmartUFSM tem como principal proposta a criação de uma arquitetura de software que suporte diversas formas de recomendações, utilizando técnicas de filtragens híbridas personalizadas de acordo com seus usuários. Além disso, conta com um ambiente virtual universitário onde após o cadastro, se faz possível a modelagem do perfil de interesses do usuário, proporcionando o acesso a conteúdos educacionais filtrados através do seu software de recomendação.

O restante do artigo está estruturado da seguinte forma: Na Seção 2 são apresentados os conceitos de Ambientes Inteligentes, Sistemas de Recomendações em Ambientes Inteligentes e o conceito de Campus Universitários Inteligente. Na Seção 3 são apresentadas propostas relacionadas ao projeto SmartUFSM. A Seção 4 apresenta o desenvolvimento do projeto dividida nas subseções: SmartUFSM, Cenário motivador, Arquitetura do Projeto e Modelagem Conceitual. Na Seção 5 são apresentadas as Perspectivas na

execução do Projeto.

2. Fundamentação Teórica

Na Computação, uma das áreas de pesquisa mais promissoras e desafiadoras é a Computação Ubíqua. Computação Ubíqua pode ser definida como uma união entre conceitos e tecnologias provenientes de diversas áreas, entre elas. Computação Pervasiva e Computação Móvel, ela possui como principais características: A descentralização, diversidade e a conectividade [Silva et al. 2015]. Uma das aplicações mais recentes de Computação Ubíqua trata da criação de ambientes inteligentes, programados para adquirir conhecimento com base no comportamento de habitantes destes ambientes, e com isso se adaptarem de acordo com as necessidades destes usuários [Perozzo and Pereira 2007].

Os ambientes inteligentes podem interagir com os usuários através do reconhecimento de som, imagens e movimentos [Guerra 2007], utilizando microfones, câmeras, sensores, entre outros, conectados a equipamentos computacionais, sistemas multimídia, interfaces adaptativas, sistemas de iluminação, atuadores, entre outros [Perozzo and Pereira 2007]. É possível implementar estes ambientes para tornar espaços automatizados, como por exemplo salas de reuniões, salas de aula ou casas inteligentes, oferecendo informação, comunicação e outros serviços aos usuários [Nazari Shirehjini and Klar 2005].

2.1. Sistemas de Recomendação em Ambientes Inteligentes

Quando um usuário acessa a internet, entende-se que ele esteja procurando por algo, seja um produto, uma informação, um serviço, e para que ele não precise passar por dados que não sejam do interesse dele, ocorre um processo de filtragem de dados por meio de algoritmos implementados nos códigos base de programas, os chamados Algoritmos de Filtragem, ou sistemas de recomendação.

Esses algoritmos têm como função exibir ao usuário o que ele deseja encontrar ou informações possivelmente similares à que ele procura, isso por meio da coleta de dados que o sistema recebe baseado em diversos parâmetros de comparação com o usuário. Por exemplo, suponha que um usuário X deseja assinar um serviço de filmes e séries, ele portanto terá acesso a um catálogo imenso dos mais variados conteúdos. Esse usuário, após assistir alguns filmes do gênero "Ação", mostra ao algoritmo que possui interesse em tal gênero, o que o leva a filtrar seu catálogo de filmes em busca de recomendar conteúdos que se encaixem ao interesse do usuário. Assim, o usuário tenderá a receber mais recomendações de filmes e séries de "Ação" do que "Comédia", "Drama", "Infantil", por exemplo. Atualmente, existem três principais tipos de algoritmos de filtragem, são eles: filtragem baseada em conteúdo, filtragem colaborativa e filtragem híbrida [Marinho et al. 2019]:

- **Filtragem baseada em conteúdo:** Tipo de filtragem que leva em consideração o conteúdo/descrição de um determinado item em relação a outros, ela usa como base informações geradas pelas interações do usuário com itens e busca fazer a recomendação de itens semelhantes a ele. Ex: um usuário X compra em um site A um livro L, a descrição, gênero do livro se assemelham muito aos livros M e N, portanto o algoritmo entende que eles são mais relevantes ao usuário e que se os oferecer, haverá uma maior chance de ele os comprar. As vantagens de se usar

esse tipo de filtragem é que todos os itens podem ser recomendados mesmo que sejam recursos recém criados, basta relacionar-se com os interesses do usuário, além das previsões de recomendações serem mais precisas. Já as desvantagens exigem que o usuário possua um histórico de pesquisas e interesses maior para que haja recomendações melhores, há também o fato de o algoritmo recomendar poucas opções e geralmente não muito distantes do conteúdo que o usuário tem interesse, deixando de recomendar recursos com outras temáticas;

- **Filtragem colaborativa:** Leva em consideração o perfil de interesse de outros usuários, ela leva em conta dois ou mais usuários e os compara para ver se há similaridade entre os interesses de cada um. Por exemplo: um usuário X em uma rede social, participa de grupos de Jogos e Filmes, outro usuário Y, além de participar desses grupos, participa também de grupos de Música, Quadrinhos e Viagens. O algoritmo, portanto, visto que os usuários partilham de interesses semelhantes, recomendará ao usuário X os grupos de Quadrinhos, Música e Viagens. Caso haja uma consulta com mais usuários e a maioria deles, a precisão do algoritmo se torna maior na hora de recomendar. A vantagem de se utilizar esse tipo de filtragem, é que haverá uma maior gama de opções de recomendação para o usuário pois o compara com vários outros perfis, não se limitando a um interesse apenas. No entanto, não há como serem feitas recomendações a um usuário novo pelo fato dele não possuir um histórico de pesquisas, além disso, recursos novos também não serão recomendados pois nenhum usuário interagiu com ele, não podendo gerar dados para a filtragem.
- **Filtragem híbrida:** Une as filtragens colaborativa e baseada em conteúdo. Possui quatro maneiras de se combinar as filtragens [Agnolo and Moura 2021]:
 - **Ponderada:** as filtragens baseada em conteúdo e colaborativa são realizadas separadamente e, após isso, é feita uma combinação linear dos resultados. Pode haver a necessidade de normalizar os resultados, visto que podem estar em valores de escalas diferentes.
 - **Mista:** união dos resultados de ambas as filtragens em uma lista que depois é apresentada ao usuário.
 - **Combinação sequencial:** a filtragem baseada em conteúdo cria perfis que depois são analisados pela filtragem colaborativa e comparados aos perfis dos usuários.
 - **Comutação:** o programa faz uma predição dos resultados e julga qual o mais preciso/adequado para ser recomendado.É o tipo de filtragem mais usado, pois suas vantagens são trazer uma variedade de conteúdos ao usuário e fazer recomendações, na maioria das vezes, mais precisas quando comparadas às outras filtragens individualmente.

2.2. Campus Universitários Inteligentes

As Universidades, são uma das mais tradicionais organizações criadas pelo ser humano. Porém, ao observar que as ferramentas tecnológicas de nosso tempo mudaram quase todo o funcionamento da sociedade, dos meios de produção, das estruturas das instituições, do relacionamento social, e muito mais, é natural compreender que as organizações educacionais, também necessitam se reformular [Jacoski and Hoffmeister 2019].

Para ensinar a transformação de um campus universitário em um campus inteligente é preciso haver integração entre vários sistemas: educação, pesquisa, cui-

dado em saúde, infraestrutura, segurança, transporte, sustentabilidade entre outros [Tarouco et al. 2017]. Um Campus Inteligentes é o resultado de iniciativas em diversas áreas. Essas iniciativas devem ter como principal objetivo melhorar a qualidade de vida dos cidadãos que frequentam o campus e utilizam seus serviços [Ferreira and Araújo 2018].

A principal característica de campus inteligentes é a rápida adaptação do ambiente em relação às demandas, que podem ter diversas origens e contextos diferentes. Por exemplo, seria interessante para um aluno que frequenta o campus e utiliza seus serviços saber qual o melhor horário para almoço no restaurante universitário baseado na sua grade de atividades. Ao mesmo tempo, é interessante o restaurante saber a quantidade de alunos com restrições alimentares (alergias, diabetes, distúrbios gastrointestinais, entre outros) e seus tipos para que possam preparar refeições adequadas e evitar situações que impeçam os estudantes de exercerem suas atividades na universidade.

Para a administração da universidade, saber se distúrbios e restrições alimentares influenciam na retenção dos alunos na instituição representa informações importantes para a tomada de decisão. Aos professores, ter acesso a instrumentos que permitam uma maior experiência do aluno, tanto dentro como fora de sala de aula também é uma preocupação inerente aos Campus Inteligentes, uma vez que isso faz parte da missão das universidades [Ferreira and Araújo 2018].

Segundo [Ahmed et al. 2020] e [AbuAlnaaj et al. 2020], campus universitários inteligentes tem oito principais critérios de sustentação base e cerca de vinte e cinco sub aplicações, estas baseadas em internet das coisas (IoT) e computação em nuvem como principal infraestrutura de apoio. A Figura 1 apresenta um diagrama destacando os critérios designados de campus inteligentes e suas aplicações. [AbuAlnaaj et al. 2020] pontua também as principais razões para cada um dos principais critérios fundamentais em um campus universitário inteligente (Tabela 1).

Práticas educacionais apoiadas pela tecnologia e a provisão de serviços digitalizados são elementos que caracterizam Campus inteligentes no sentido de promover maior qualidade de vida e maior eficiência [Ferreira and Araújo 2018].

3. Propostas Relacionadas

Trabalhos recentes têm relatado o desenvolvimento de ambientes inteligentes em campus universitários. Baseados em computação em névoa, [Agate et al. 2018] apresentou um sistema que coleta informações de contexto, através de sensores, para facilitar o acesso à recursos universitários, bem como para gerenciá-los de maneira mais eficiente. Com isso, o foco principal do trabalho foi melhorar a experiência dos usuários dentro do campus.

O ambiente UFERSA Virtual [Maia et al. 2014] possui objetos de aprendizagem (OAs) com recomendação estática, recomendando para os usuários vídeos, documentos e outros recursos, baseado em interesses que os mesmos cadastraram previamente. Este ambiente é voltado para três perfis de usuários: alunos, professores e visitantes. Além disso, possui no setor administrativo, um controle de dispositivos do ambiente real, como por exemplo a intensidade luminosa das lâmpadas.

De modo semelhante, [de Carvalho et al. 2020] apresentam o sistema de

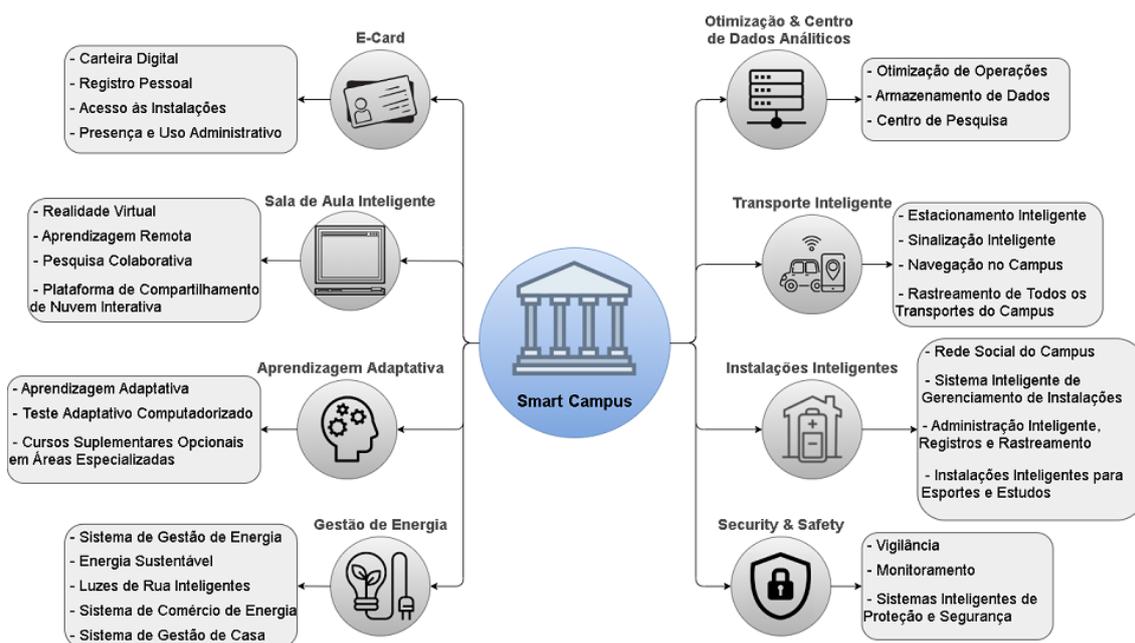


Figura 1. Diagrama representando uma estrutura de Campus Universitário Inteligente. Baseado em [Ahmed et al. 2020] e [AbuAlnaaj et al. 2020].

recomendação “AONDE”, que identifica o perfil do usuário através de suas necessidades e interesses, para então mostrar pontos de interesse (POIs) e pontos necessários à sua vida acadêmica. Estes pontos de interesse foram definidos através de um questionário aplicado aos alunos, bem como por meio dos documentos universitários o “Manual do Calouro”, o “Guia do Projeto de Extensão” e as “Diretrizes Curriculares Pedagógicas da UDESC”. Ainda relacionado a pontos de interesse, [De Paola et al. 2019] apresentaram um sistema baseado em POIs, mas adotando uma abordagem distinta (probabilística e dinâmica). Os POIs são coletados com base em dados sensoriais e posições georreferenciadas, bem como traços de mobilidade e locais frequentados, através da conexão com os *smartphones* dos usuários.

Em [Dascalu et al. 2016] é apresentado um sistema de recomendação educacional que filtre essas informações e tome decisões inteligentes para auxiliar os usuários a encontrar materiais úteis. O mesmo faz um levantamento sobre sistemas de recomendações educacionais e propõem um mecanismo de recomendação educacional baseado em ontologia com aplicação na aprendizagem ao longo da vida. De modo semelhante, [Barria-Pineda 2020] apresenta um estudo sobre sistemas de recomendações educacionais (EdRecSys), porém ele evidencia as diferenças que esses sistemas têm com os sistemas de recomendações convencionais (RecSys), como por exemplo o RecSys utilizado em *e-commerce* (comércio eletrônico), onde uma das principais diferenças se mostra no objetivo, onde o principal foco do EdRecSys é apoiar a aprendizagem dos alunos ao invés de maximizar a satisfação dos usuários com o consumo dos itens recomendados.

Estes trabalhos estão ligados a uma forma de recomendação fixa, no entanto a dinamicidade das recomendações e a maneira como são realizadas torna necessária a criação de uma arquitetura expansível. Diante disso, o presente trabalho propõe a criação de uma arquitetura de software que será integrada a aplicações e objetos específicos, suportando

Tabela 1. Apresentação das principais razões para cada critério. Baseado em [AbuAlnaaj et al. 2020]

Critério	Razão
E-Card	- Identificação e Transações rápida para todos, Base de Dados pessoal. Acessível através de Nuvem.
Sala de Aula Inteligente	- Melhoria na qualidade de aprendizado, mais interatividade, maior colaboração, maior eficiência na gestão do tempo, ambiente acolhedor e sustentável.
Aprendizagem Adaptativa	- Adaptável as necessidades dos alunos, melhor visibilidade para o desempenho da classe, testes precisos, auxílio e recomendações aos estudantes, etc...
Gestão de Energia	- Melhor utilização de recursos, diminuição de custos, sustentabilidade, controle e monitoramento, melhoria de planejamento.
Otimização & Centro de Análise de Dados	- Melhorias atualizadas, Data Lake, abertura de dados e classificação.
Transporte Inteligente	- Logística otimizada, notificações informativas e rápidas, melhor mobilidade.
Instalações Inteligentes	- Vida interativa no campus, instalações responsivas.
Security & Safety	- Proteção com análise avançada de causa raiz, mais dados.

assim várias formas de recomendação.

4. O Projeto SmartUFSM

O projeto SmartUFSM está em fase de desenvolvimento pelo Laboratório de Computação Ubíqua, Móvel e Aplicada (LUMAC) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O projeto tem como principal objetivo a criação de uma estrutura de software que permite a integração de aplicações que realizem a recomendações de itens em campus universitários, tais como cursos, disciplinas, professores, instituições, video-aulas, serviços e artigos acadêmicos em geral.

O conceito de um sistema de recomendação já é algo bastante consolidado e utilizado por diversas tecnologias, entre elas temos as redes sociais, por exemplo, Instagram e Facebook. O projeto SmartUFSM, tem como intuito aplicar esses mecanismos no setor acadêmico, utilizando trabalhos, artigos e pesquisas desenvolvidas pela própria universidade como material a ser recomendado aos usuários.

Um sistema de recomendação tem como finalidade facilitar a vida do usuário, oferecendo sugestões, tanto a partir de dados oferecidos anteriormente como a partir de avaliações feitas por outros usuários, dando aos usuários recomendações mais precisas. Esse sistema de recomendação, pode ser denominado de sistema de recomendação híbrida, que utiliza mecanismos baseado em Conteúdo e Colaboração.

Entendido melhor esse conceito. O projeto, utilizou desses mecanismos visando agregar ao usuário um sistema que possa direcioná-lo a recursos educacionais que possibilitem um aperfeiçoamento na sua vida acadêmica, ajudando-o tanto a mostrar trabalhos que podem colaborar com seu possível TCC, ou simplesmente lhe mostrar estudos que possam acrescentar na sua vida pessoal.

Com o intuito de construir esse cenário, o projeto utilizou tecnologias, como Python, banco de dados relacionais open source e sistemas de estruturação HTML, CSS e JavaScript. O sistema inicia-se com a identificação do usuário e posteriormente com uma lista de sugestões de tópicos e assuntos de seu possível interesse. Em seguida, é gerado e enviado ao sistema uma lista de recomendações de recursos educacionais, baseados ou não na lista de tópicos mostrado anteriormente. Com a interação do usuário a cada recurso, por ele selecionado, o sistema de recomendação aperfeiçoa-se, gerando sempre uma nova lista baseada nas suas interações e nas de outros usuários.

4.1. Cenário motivador

Com base nas ideias apresentadas sobre sistemas de recomendação e seus objetivos, podemos imaginar a seguinte situação:

“No contexto atual, a agilidade, a rapidez e a praticidade são qualidades extremamente importantes no quesito de serviços em geral, há uma tendência em querer alcançar tudo de uma maneira mais rápida e simples, e isso se encaixa perfeitamente e principalmente quando falamos de ferramentas digitais. Quando um usuário acessa uma página na internet, entende-se que esteja procurando por algo e, por isso, os sistemas como o Youtube, o Instagram, o Facebook, o Twitter, o Google, a Amazon, por exemplo, vêm se adaptando para atender a esse desejo, fazendo a filtragem de informações e levando ao usuário aquilo que ele supostamente está procurando. Com base nesse pretexto, surge a ideia do desenvolvimento de uma plataforma de filtragem e recomendação de informações/recursos educacionais para o público em geral.

Uma universidade dispõe de um vasto dataset de informações sobre cursos, disciplinas, professores, campus universitários, video-aulas, teses e artigos científicos e deseja poder disponibilizar isso ao público em geral. Por outro lado, temos um grupo de alunos de ensino-médio que estão no caminho para decidir se vão ingressar em uma faculdade e qual área irão escolher. De modo que os alunos possam se certificar da área de estudos que vão escolher, surge então a ideia de utilizar a plataforma de recomendações que a universidade X disponibiliza, assim, por meio dos seus celulares ou computadores, os alunos fazem seu cadastro, selecionam suas áreas de interesse e passam a receber recomendações de recursos educacionais. Por conta disso, os alunos começam a receber informações que os estimula a pensar em querer seguir ou não nesse ramo. Em outra situação, temos também um grupo de alunos de engenharia que já fazem o uso desse sistema. Certa vez, um desses alunos é notificado, por meio do sistema de recomendações, sobre uma convenção de engenharia que ocorrerá no campus, assim, por se tratar de

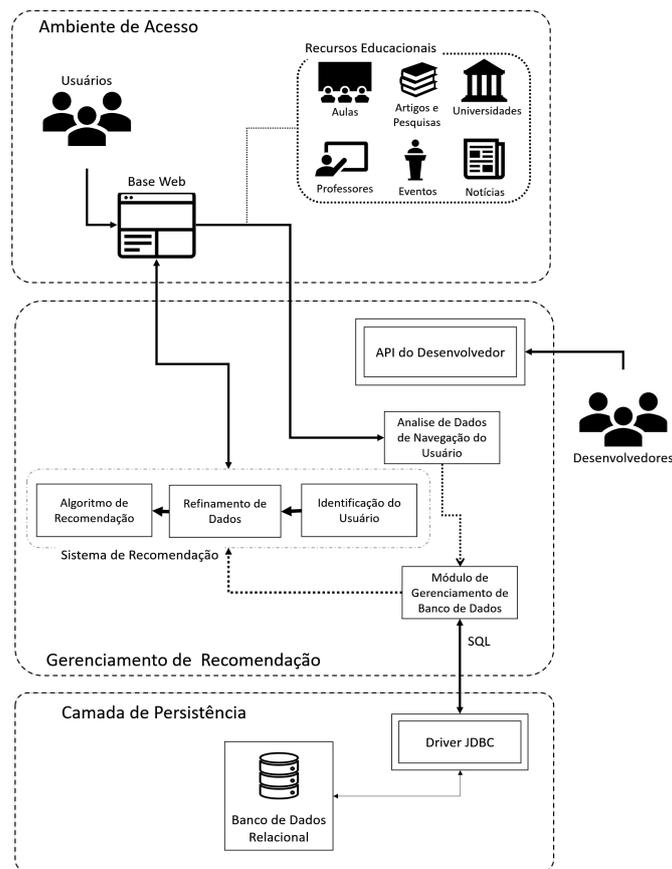


Figura 2. Arquitetura proposta.

algo que esteja imerso na sua área de interesse, entende-se que isso é uma informação relevante para o aluno e que provavelmente irá participar do evento.”

4.2. Arquitetura do projeto

A arquitetura do projeto, como ilustra a Figura 2 é composta por três principais camadas, sendo elas o "Ambiente de acesso", o "Gerenciamento de Contexto e Recomendação" e a "Camada de Persistência", sendo que cada uma contém determinados módulos que são responsáveis por interagir com outras partes do software.

O Ambiente de Acesso é composto por elementos que fazem a intermediação do sistema para com os usuários, é aqui que tanto usuários quanto desenvolvedores, por meio de seus aparelhos celulares e/ou computadores, terão acesso aos recursos educacionais presentes no sistema pela *Base WEB*, onde poderão interagir com eles, adicioná-los às suas listas de favoritos, avaliá-los pelo sistema de estrelas, acessá-los para ler mais sobre e, principalmente, receber as recomendações que o sistema disponibilizará.

Na parte de Gerenciamento de Recomendação, é a camada intermediária entre a interface acessível pelos usuários e o banco de dados. É também onde os desenvolvedores têm acesso para fazerem devidas alterações como por exemplo no código (API) por meio da *API do Desenvolvedor*, de modo a corrigir ou adicionar novas funções, rotas ao software, no banco de dados por meio do *Módulo de Gerenciamento de Banco de Dados*, podendo adicionar novos parâmetros aos recursos e/ou alterar suas informações e

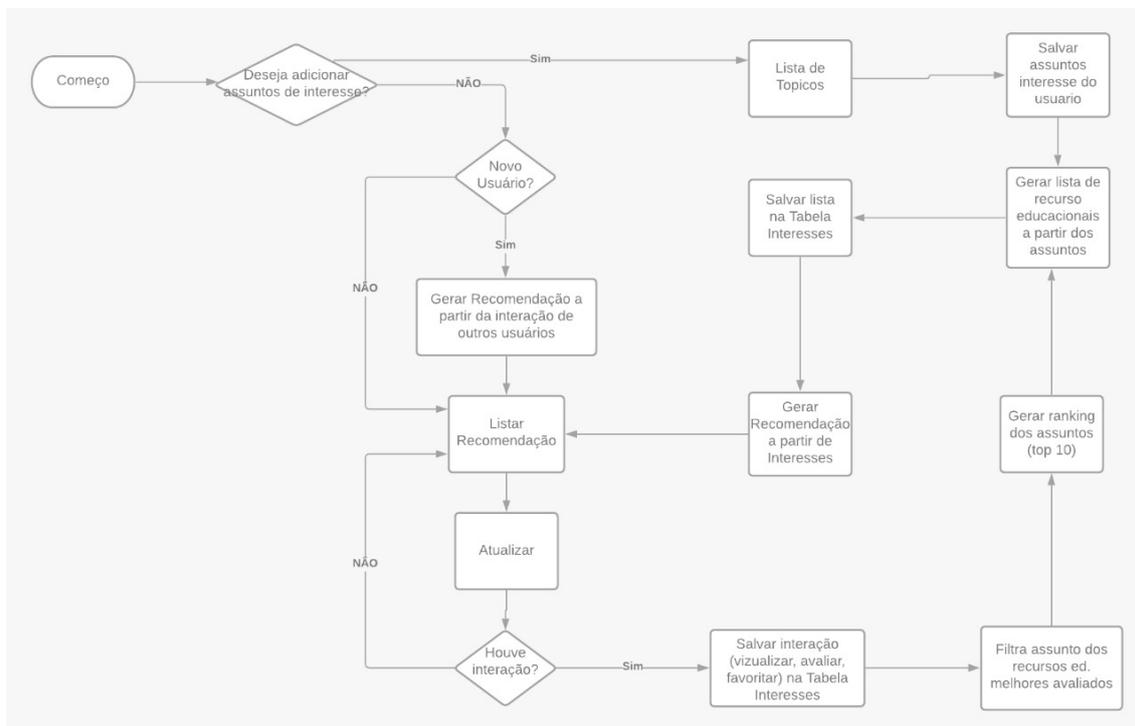


Figura 3. Diagrama do projeto.

também na interface (front-end) onde podem ser feitas mudanças no visual do site. Aqui também é onde a máquina faz o processamento das informações para que sejam feitas as recomendações que, no *Sistema de recomendação*, partem da Identificação do usuário, há então uma filtragem dos dados na parte de Refinamento de Dados e esses dados vão então para o Algoritmo de Recomendação que irão então retornar ao usuário. Além disso, o diagrama do projeto representado pela figura 3 ilustra as etapas do processo de listagem de recomendação que o sistema faz para o usuário e a maneira que as ações tomadas por ele resultam em uma determinada ação do sistema.

Por último, na Camada de Persistência, temos a presença do banco de dados em si, que é relacionado ao resto do sistema pelo *Driver JDBC* por meio da linguagem SQL. Aqui estão contidas todas as tabelas com informações sobre tudo que está disponível no sistema, seja usuários, recursos educacionais, tópicos, favoritos, etc.

A arquitetura do projeto foi proposta da forma apresentada de modo a facilitar o acesso do usuário para com a informação, disponibilizando ferramentas que, por meio das interações com o sistema, cria-se uma rede colaborativa de recursos educacionais onde desenvolvedores e usuários se ajudam adicionando, complementando, melhorando e compartilhando informações relacionadas ao meio acadêmico para um melhor aproveitamento da aplicação para todos.

4.3. Modelagem Conceitual

A Figura 4 representa a modelagem conceitual utilizada pelo sistema de recomendação inicial implementado na plataforma. O processo de recomendação de recursos educacionais parte da seguinte proposta de relacionamento de tabelas:

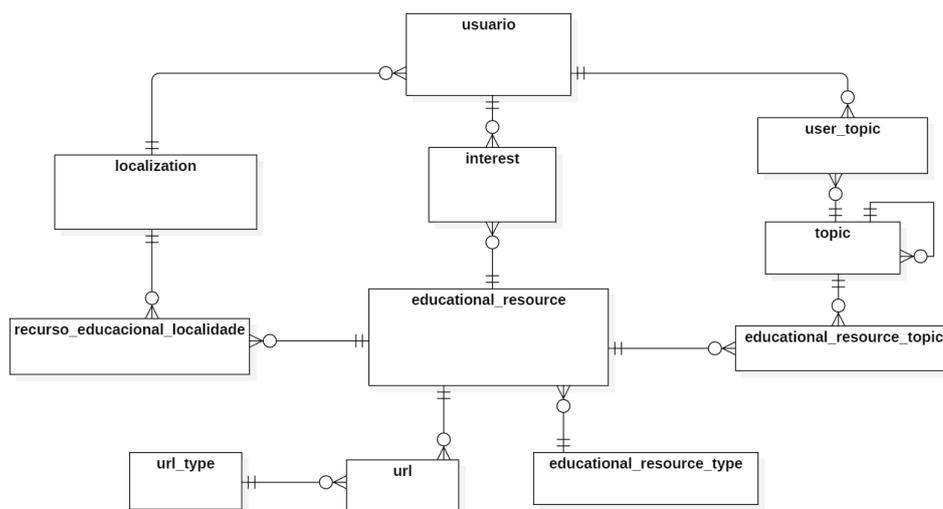


Figura 4. Relacionamento de tabelas do banco.

A entidade *Usuario* armazena os dados relacionados ao usuário; A entidade *Topic* armazena todos os tópicos/palavras-chave presentes no sistema (engenharia, matemática, física, mecânica, elétrica, robótica e sub tópicos derivados); A entidade *Educational-resource* armazena todos os recursos e suas informações disponíveis no sistema (artigos, professores, cursos, disciplinas, entre outros); A entidade *Interest* faz a associação entre o usuário e os recursos, é por meio dela que o sistema, por meio das avaliações em estrelas (*star*) e recursos favoritos (*favorite*) do usuário, processará os interesses do usuário e poderá fazer recomendações mais precisas.

Entre essas entidades, existem relações que são mediadas por outras entidades, que são: A entidade *user-topic* que tem como função fazer a associação dos tópicos que o usuário selecionou com o próprio usuário; A entidade *educational-resource-topic* faz a associação dos tópicos com os recursos educacionais que os tenham como palavras-chave.

A entidade *educational-resource* possui relação com outras tabelas também que guardam informações adicionais sobre recursos: em *educational-resource-type* temos os IDs dos tipos de recursos educacionais, ou seja, cada recurso será classificado conforme seu tipo (disciplina, artigo científico, professor, curso...); em *url* estariam dispostas as URLs, se existirem, de determinado recurso, e em *url-type* estariam os tipos de cada URL; em *recurso-educacional-localidade* temos o local onde determinado recurso acontece, como exemplo podemos citar um evento, um curso em determinado campus, etc; e por fim temos a entidade *localization* que contém todas as localizações de recursos e usuários.

Esta modelagem conceitual representa a estrutura base para os algoritmos de recomendação que serão desenvolvidos e integrados na arquitetura.

4.4. Levantamento de Informações

A partir da arquitetura e do foco do projeto, foi realizado um levantamento de possíveis recursos a serem utilizados no sistema de recomendação. Foi realizada uma pesquisa de itens no escopo da UFSM, campus Cachoeira do Sul, sobre itens como artigos científicos, professores/orientadores, cursos da universidade, disciplinas ofertadas, mini-

curso, cursos técnicos e video-aulas.

Atualmente o *dataset* é composto por tópicos e recursos educacionais que abrangem, principalmente, as áreas de estudo do campus Cachoeira do Sul (Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia Agrícola e Engenharia de Transportes e Logística). O dataset possui 189 tópicos de interesse, os quais o usuário deve selecionar de modo a poder receber recomendações futuras de recursos que tenham esses tópicos ou semelhantes em sua descrição. Existem também 398 recursos educacionais, sendo eles 102 professores/coordenadores/orientadores, 116 cursos de graduação e/ou mini-cursos e 180 projetos/artigos.

4.5. Prototipação

Inicialmente criou-se um protótipo para testes. A arquitetura de software do projeto utiliza o banco de dados PostgreSQL, a camada de backend foi desenvolvida na linguagem Python e a camada de frontend foi desenvolvida com a utilização do framework Angular.

A Figura 5 apresenta a interface de acesso ao sistema. Se for um usuário já cadastrado, ele realiza o login, porém para usuários não-cadastrados, é necessário registrar-se.

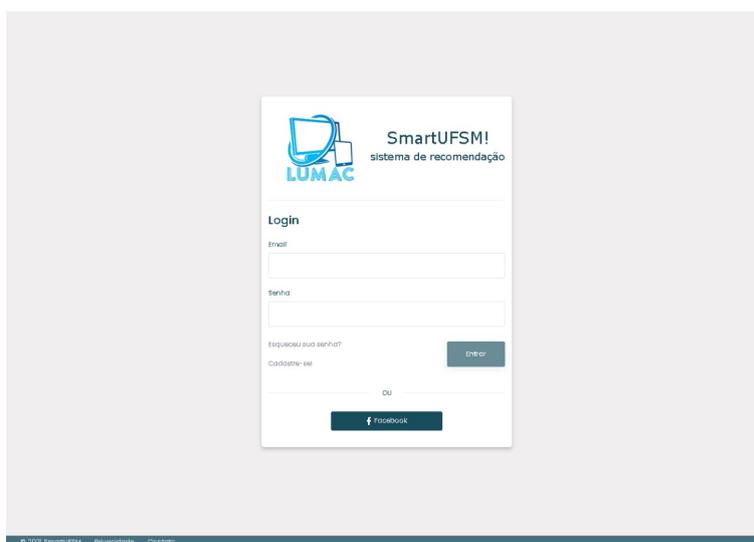


Figura 5. Tela inicial de login e registro.

A Figura 6 demonstra o ambiente onde o usuário poderá realizar seu cadastro no sistema e será criado um ID único para ele, o qual todas as informações sobre ele serão armazenadas em uma tabela.

O usuário, quando acessar o sistema, verá essa tela com instruções sobre os procedimentos necessários para que as recomendações sejam processadas e exibidas à ele, conforme a Figura 7.

A Figura 8 mostra a interface principal do sistema, onde o usuário irá navegar conforme o seu interesse, podendo acessar os seguintes recursos:

Recomendados: ao selecionar essa opção, o sistema irá direcionar o usuário a uma interface onde serão exibidas as instruções (Figura 9) para o usuário de como selecionar

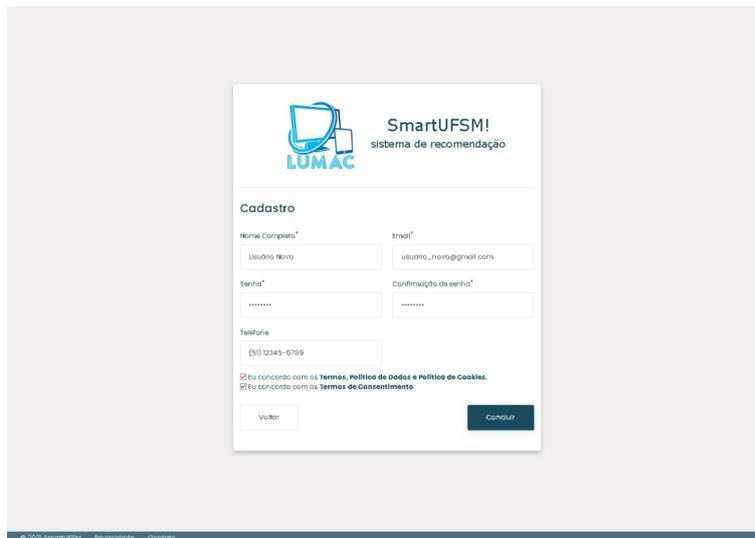


Figura 6. Tela para cadastro de novo usuário

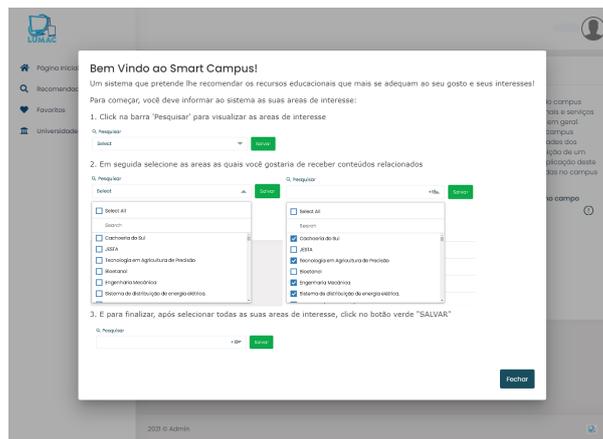


Figura 7. Instruções de procedimentos para o usuário.

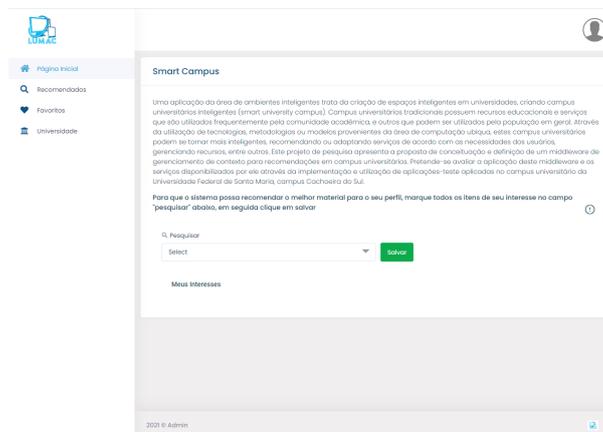


Figura 8. Tela inicial com opções de rotas para o usuário.

os recursos que possui ou não interesse, que deseja favoritar ou até atribuir uma nota (estrelas). Serão exibidos, então, os recursos que possuam relações com os tópicos de

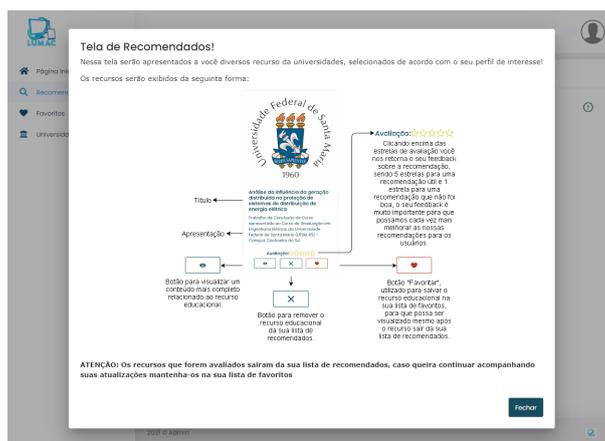


Figura 9. Instruções para o usuário sobre as recomendações.

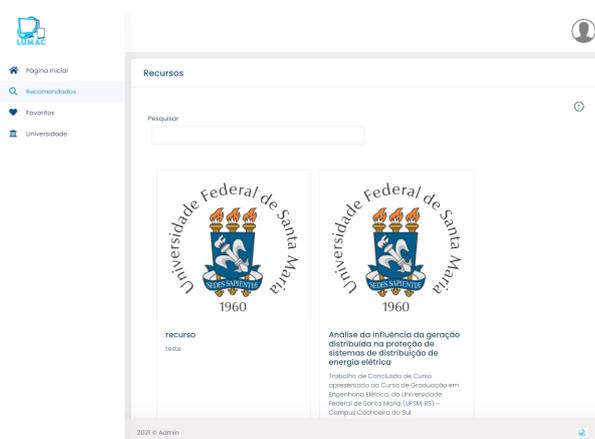


Figura 10. Recomendados.

interesse do usuário (Figura 10).

Favoritos: na Figura 11, o usuário será direcionado a uma interface onde serão apresentados os recursos selecionados como "favoritos" pelo usuário.

Universidade: conforme a Figura 12, aqui o usuário terá acesso às outras plataformas que a UFSM disponibiliza como o Moodle, Portal do Aluno e o próprio site da UFSM.

5. Perspectivas na Execução do Projeto

As perspectivas para a execução do projeto se baseiam em:

(i) Desenvolvimento de um ambiente virtual capaz de agregar tópicos e recursos educacionais dos mais diversos tipos de modo a fazer recomendações ao usuários do sistema;

(ii) Incentivo do uso de softwares educacionais na busca e pesquisa de recursos acadêmicos para fins pessoais e/ou coletivos;

(iii) Aumento da quantidade de informações presentes no dataset, por meio do cadastro de novos recursos e tópicos através dos próprios usuários ou dos desenvolvedo-

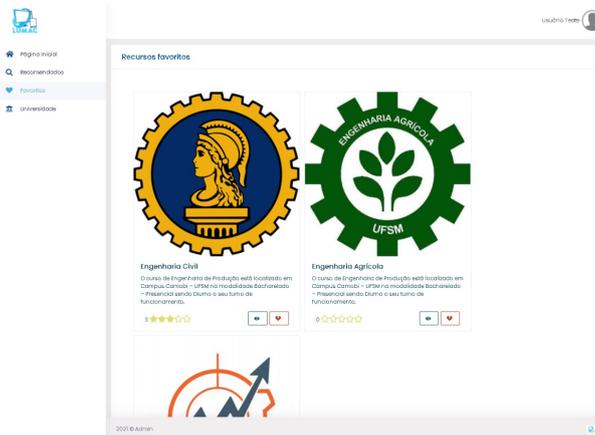


Figura 11. Tela dos recursos favoritados pelo usuário.

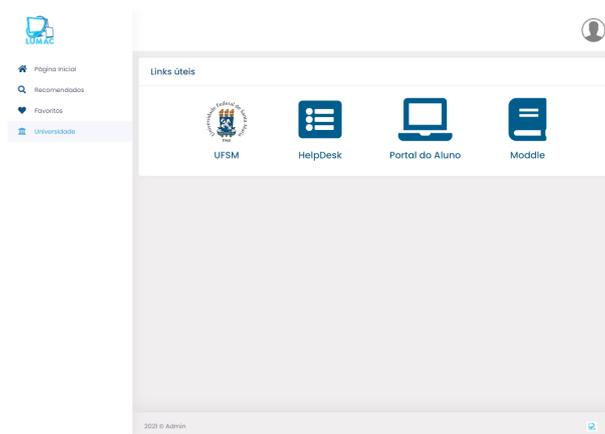


Figura 12. Tela da opção Universidade.

res, permitindo a criação de uma rede colaborativa podendo agregar ainda mais tanto no desenvolvimento do ambiente virtual quanto dos usuários.

(iv) Aperfeiçoamento dos algoritmos de recomendação por meio de adaptação da recomendação de acordo com uma série de informações contextuais relevantes no momento da recomendação;

(v) Integração da plataforma com outras soluções que estejam integradas na área de campus universitários inteligentes.

Agradecimentos

Este projeto é apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Edital Universal - 423518/2018-6) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (Edital ARD - 21/2551-0000693-5).

Referências

- AbuAlnaaj, K., Ahmed, V., and Saboor, S. (2020). A strategic framework for smart campus. In *Proceedings of the 10th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Dubai, UAE*, pages 10–12.
- Agate, V., Concone, F., and Ferraro, P. (2018). Wip: Smart services for an augmented campus. In *2018 IEEE International Conference on Smart Computing (SMART-COMP)*, pages 276–278. IEEE.
- Agnolo, H. O. D. and Moura, G. W. d. (2021). Sistema para disponibilização e recomendação de eventos baseado em histórico e relacionamentos do usuário.
- Ahmed, V., Abu Alnaaj, K., and Saboor, S. (2020). An investigation into stakeholders' perception of smart campus criteria: the american university of sharjah as a case study. *Sustainability*, 12(12):5187.
- Atzori, L., Iera, A., and Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer networks*, 54(15):2787–2805.
- Barria-Pineda, J. (2020). Exploring the need for transparency in educational recommender systems. In *Proceedings of the 28th ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, pages 376–379.
- Dascalu, M.-I., Bodea, C.-N., Mihailescu, M. N., Tanase, E. A., and Ordoñez de Pablos, P. (2016). Educational recommender systems and their application in lifelong learning. *Behaviour & information technology*, 35(4):290–297.
- de Carvalho, G. X., Gasparini, I., Machado, G. M., Wives, L. K., and de Oliveira, J. P. M. (2020). Poi-based recommender system for the support of academics in a smart campus. In *CSEdu (2)*, pages 398–405.
- De Paola, A., Giammanco, A., lo Re, G., and Anastasi, G. (2019). Detection of points of interest in a smart campus. In *2019 IEEE 5th International forum on Research and Technology for Society and Industry (RTSI)*, pages 155–160. IEEE.
- Ebesu, T., Shen, B., and Fang, Y. (2018). Collaborative memory network for recommendation systems. In *The 41st international ACM SIGIR conference on research & development in information retrieval*, pages 515–524.

- Ferreira, F. H. C. and Araújo, R. M. (2018). Campus inteligentes: Conceitos, aplicações, tecnologias e desafios. *RelaTe-DIA*, 11(1).
- Guerra, C. A. N. (2007). *Um modelo para ambientes inteligentes baseado em serviços web semânticos*. PhD thesis, Universidade de São Paulo.
- Jacoski, C. A. and Hoffmeister, L. M. (2019). Um modelo de campus inteligente para reorganização do ambiente universitário. *Brazilian Journal of Development*, 5(2):1373–1388.
- Maia, H. W., Souza, D. F., and de Castro, A. F. (2014). Modelagem de um campus virtual inteligente para navegação e integração de serviços. In *Anais Estendidos do XX Simpósio Brasileiro de Sistemas Multimídia e Web*, pages 42–45. SBC.
- Marinho, L. H., Campos, R., dos Santos, R. P., da Silva, M. F., and Oliveira, J. (2019). Conceitos, implementação e dados privados de algoritmos de recomendação. *Sociedade Brasileira de Computação*.
- Morales Lucas, C., de Mingo López, L. F., and Gómez Blas, N. (2018). Natural computing applied to the underground system: A synergistic approach for smart cities. *Sensors*, 18(12):4094.
- Nazari Shirehjini, A. A. and Klar, F. (2005). 3dsim: Rapid prototyping ambient intelligence. sOc-EUSAI '05, page 303–307, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Perozzo, R. F. and Pereira, C. E. (2007). Ambientes inteligentes: Uma arquitetura para cenários de automação predial/residencial baseada em experiências. *Encontro de TI e Comunicação na Construção Civil, POA, 7f*.
- Silva, E., Botelho, L., Santos, I., and Sanchez, G. (2015). Computação ubíqua—definição e exemplos. *Revista de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia*, 2(1):23–32.
- Tarouco, L. M. R., Boesing, I. J., Barone, D. A. C., and Rosa, G. R. (2017). Internet das coisas na educação trajetória para um campus inteligente. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 6, page 1220.
- Vasileva, R., Rodrigues, L., Hughes, N., Greenhalgh, C., Goulden, M., and Tennison, J. (2018). What smart campuses can teach us about smart cities: User experiences and open data. *Information*, 9(10):251.
- Yang, A.-M., Li, S.-S., Ren, C.-H., Liu, H.-X., Han, Y., and Liu, L. (2018). Situational awareness system in the smart campus. *Ieee Access*, 6:63976–63986.