

**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS**  
**CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO – BACHARELADO**

**GNAR – MÓDULO DE GESTÃO ESCOLAR**

**BRUNO CURBANI GOETTMANN**

**BLUMENAU**  
**2018**

**BRUNO CURBANI GOETTMANN**

## **GNAR – MÓDULO DE GESTÃO ESCOLAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Sistemas de Informação do Centro de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Regional de Blumenau como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Prof(a). Roberto Heinzle, Doutor - Orientador

**BLUMENAU  
2018**

## **GNAR – MÓDULO DE GESTÃO ESCOLAR**

Por

**BRUNO CURBANI GOETTMANN**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado para  
obtenção dos créditos na disciplina de Trabalho  
de Conclusão de Curso II pela banca  
examinadora formada por:

Presidente: \_\_\_\_\_  
Prof. Roberto Heinzle, Doutor – Orientador, FURB

Membro: \_\_\_\_\_  
Prof(a). Luciana Pereira de Araújo, Mestre – FURB

Membro: \_\_\_\_\_  
Prof. Alexander Roberto Valdameri, Mestre – FURB

Blumenau, 9 de julho de 2018

Dedico este trabalho a minha família e amigos que sempre me apoiaram, incentivaram e estiveram comigo ao longo da minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais que depositaram muito deles em mim. Certamente só consegui ser o que sou e alcançar o que alcancei porque sempre tive essas duas pessoas maravilhosas ao meu lado.

À toda minha família que sempre me apoiaram, incentivaram e acreditaram em mim. Sou grato pelo afeto, atenção e todo ensinamento. Agradeço especialmente meus falecidos avós, meus padrinhos de batismo (Adolfo e Guerina), meus padrinhos de crisma (Marciel e Maria) e meus tios (Décio e Denise) por me terem como filho.

Minha vida possui três alicerces, meus pais, minha família e meu namorado. Esse rapaz especial que me fez acreditar que tudo era possível, me fez continuar quando diversas vezes pensei em desistir e ver que hoje ele se tornou uma pessoa essencial para minha vida.

Aos meus amigos e colegas pelas gargalhadas arrancadas, pelos conselhos aprendidos e pelo conhecimento compartilhado.

As vezes as pessoas de que não imaginamos nada, fazem coisas que ninguém possa imaginar.

Alan Turing

## RESUMO

Apesar do avanço tecnológico nos últimos anos, algumas áreas na educação básica de ensino ainda sofrem com a falta de sistemas que interligam áreas, recuperam informações e apoiam o docente na gestão escolar. Por se tratar de um processo multidisciplinar, esse trabalho tem como objetivo desenvolver um módulo web que auxilie na gestão pedagógica da unidade escolar. Em sua construção, adotou-se ferramentas como: mensageria AMQP utilizando o RabbitMQ, materialize para o leiaute da aplicação e Twilio para o envio de SMS. Por fim, o trabalho alcançou níveis satisfatórios em relação aos seus correlatos, agregando funcionalidades como registro de ocorrências pedagógicas e envio de comunicados a professores e responsáveis.

Palavras-chave: Gestão pedagógica. Sistema escolar. Mensageria AMQP.

## **ABSTRACT**

Despite the technological advances in recent years, some areas in basic education still suffer from the lack of systems that interconnect areas, retrieve information and support the teacher in school management. Because it is a multidisciplinary process, it aims to develop a web module that assists in the pedagogical management of the school unit. Some tools like: AMQP messaging using RabbitMQ, materialize to the application layout and Twilio to send SMS were adopted on its construction. Finally, it reached satisfactory levels in relation to its correlates, adding functionalities as a record of pedagogical occurrences and sending communicated to teachers and managers.

**Key-words:** Pedagogical management. School system. AMQP messaging approach.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Taxa de mudança .....	17
Figura 2 - Complexidade x Taxa de mudança .....	17
Figura 3 - Tela para lançamento/consulta de notas .....	22
Figura 4 - Grade horária gerada utilizando algoritmo genéticos .....	23
Figura 5 - Tela de parâmetros .....	24
Figura 6 - Tela de cadastro de aluno .....	25
Figura 7 - Tela de cadastro de turmas .....	26
Figura 8 - Relatório de alunos .....	26
Figura 9 - Diagrama de MER .....	31
Figura 10 - Diagrama de uso do controle de acesso .....	33
Figura 11 - Diagrama das principais funcionalidades .....	34
Figura 12 - Diagrama detalhado do cadastro de alunos .....	35
Figura 13 - Diagrama de atividade do fluxo do envio de comunicados .....	36
Figura 14 - Diagrama da infraestrutura .....	36
Figura 15 - Configuração da menageria MassTransit .....	37
Figura 16 - Registro de consumidor .....	38
Figura 17 - Consumidor de ComunicadoMensagem .....	38
Figura 18 - Tela de <i>login</i> .....	39
Figura 19 - Tela de entrada .....	39
Figura 20 - Tela de menu do usuário .....	40
Figura 21 - Tela de preferência do usuário .....	40
Figura 22 - Tela de alteração de senha .....	41
Figura 23 - Tela de listagem dos usuários .....	41
Figura 24 - Tela de cadastro do usuário .....	42
Figura 25 - Tela de listagem de disciplinas .....	42
Figura 26 - Tela de listagem carregando registros .....	43
Figura 27 - Tela de cadastro de professor .....	43
Figura 28 - Validação de formulário .....	44
Figura 29 - Diálogo de confirmação .....	44
Figura 30 - Diálogo de sucesso .....	45
Figura 31 - Diálogo de erro .....	45

Figura 32 - Tela de acesso negado.....	46
Figura 33 - Tela de página inexistente .....	46
Figura 34 - Tela de comunicado .....	47
Figura 35 - SMS do comunicado enviado .....	47
Figura 36 - Plugin de gerenciamento do RabbitMQ .....	48
Figura 37 - Tela de conselho de classe .....	48
Figura 38 - Tela do diário online .....	49
Figura 39 - Tela de ocorrência pedagógica .....	49

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Comparativo dos trabalhos correlatos .....	27
Quadro 2 - Requisitos funcionais .....	29
Quadro 3 - Requisitos não-funcionais .....	30

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AMQP – Advanced Message Queuing Protocol

API – Application Programming Interface

RF – Requisito Funcional

RNF – Requisito Não Funcional

SMS – Short Message Service

SPA – Single Page Application

SQL – Structured Query Language

TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação

UC – Use case

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1 OBJETIVOS.....	13
1.2 ESTRUTURA.....	14
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>15</b>
2.1 TECNOLOGIA NA GESTÃO ESCOLAR E MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA.....	15
2.2 USABILIDADE DE APLICAÇÃO WEB .....	19
2.3 PARADIGMA DE DESENVOLVIMENTO PUBLISH/SUBSCRIBE UTILIZANDO PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO AMQP .....	19
2.4 TRABALHOS CORRELATOS .....	22
2.4.1 PROTÓTIPO PARA LANÇAMENTO DE NOTAS ACADÊMICAS UTILIZANDO RECONHECIMENTO DE VOZ .....	22
2.4.2 SISTEMA GERADOR DE GRADE HORÁRIA DE PROFESSORES USANDO ALGORITMOS GENÉTICOS .....	23
2.4.3 SISTEMA DE GESTÃO ESCOLAR OBJETO-RELACIONAL UTILIZANDO BANCO DE DADOS CACHÉ .....	24
2.4.4 COMPARAÇÃO ENTRE OS TRABALHOS CORRELATOS .....	27
<b>3 DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>29</b>
3.1 REQUISITOS.....	29
3.2 ESPECIFICAÇÃO .....	30
3.2.1 MODELO DE ENTIDADE E RELACIONAMENTO (MER).....	31
3.2.2 DIAGRAMA DE CASO DE USO .....	33
3.2.3 DIAGRAMA DE ATIVIDADE .....	35
3.2.4 DIAGRAMA DE INFRAESTUTURA.....	36
3.3 IMPLEMENTAÇÃO .....	37
3.3.1 TÉCNICAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS.....	37
3.3.2 OPERACIONALIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO.....	38
3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	49
<b>4 CONCLUSÕES .....</b>	<b>51</b>
4.1 EXTENSÕES .....	51
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente a informatização vem tomando espaço na vida das pessoas, tanto em âmbito profissional quanto pessoal. Pessoas se tornam reféns do uso de tecnologia e, principalmente, das informações obtidas através dela. Masetto, Behrens e Moran (2013) relatam que no ambiente escolar muito se questiona sobre o uso ou não de tecnologias no processo educacional com o uso de eletrônicos e acesso a informações em tempo real.

Com essa incorporação da tecnologia no ambiente escolar, altera-se a forma de envolvimento pedagógico e educacional com o aprendiz. Masetto, Behrens e Moran (2013) explicam que, com a incorporação tecnológica nas escolas, o professor assume uma nova atitude de orientador, facilitador, dinamizador e consultor das atividades escolares.

A incorporação das TICs vem se concretizando com maior frequência nas situações em que os diretores e comunidade escolar se envolvem nas atividades como sujeitos do trabalho em realização, uma vez que o sucesso dessa incorporação está diretamente relacionado com a mobilização de todo o pessoal escolar [...].(VIEIRA; ALMEIDA; ALONSO, 2003, p. 126).

O envolvimento da tecnologia não alterou apenas a forma do aluno se relacionar com a escola, mas também o próprio relacionamento escola-escola. Vieira, Almeida e Alonso (2003) comentam que um coordenador e um diretor buscam nas tecnologias o apoio para o gerenciamento das atividades administrativas e pedagógicas da escola. Ainda segundo os autores, em uma primeira etapa, privilegiou-se a gestão administrativa informatizada, depois, iniciou-se a integração do administrativo e do pedagógico. No entanto, em muitas escolas, os gerenciamentos administrativos e pedagógicos continuam separados, ou funcionam paralelamente.

Diante do exposto, este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta on-line, de gestão pedagógica, que auxilia nas ações das atividades pedagógicas. Esta ferramenta interliga as informações que dizem respeito à pedagogia escolar em diversos níveis, como cadastro de notas e frequência de alunos, turmas e disciplinas, e informações relacionadas ao próprio estudante.

### 1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema de acompanhamento e gestão escolar.

Os objetivos específicos são:

- a) disponibilizar um módulo de cadastro de professores, alunos, disciplinas e turmas;
- b) disponibilizar um módulo para lançamento de notas e frequências;

- c) disponibilizar um módulo de avisos para notificar professores e responsáveis;
- d) disponibilizar um módulo para o cadastro de grade horária, diário de classe e ocorrências relacionadas ao acompanhamento escolar do aluno.

## 1.2 ESTRUTURA

O trabalho é organizado em forma de capítulos. O primeiro compreende a introdução, justificativas e os objetivos trabalho.

O segundo capítulo contém a fundamentação teórica, abordando a importância do uso de tecnologia na gestão escolar e a fundamentação das técnicas de desenvolvimento usadas no trabalho. Também consta nesse capítulo três trabalhos correlatos e seus comparativos.

Um terceiro capítulo cujo objetivo é demonstrar o desenvolvimento do módulo de gestão pedagógica, requisitos, especificações, implementação das técnicas apresentadas, demonstração da operacionalidade e os resultados obtidos.

Por fim, o quarto capítulo apresenta as conclusões e sugestões de possíveis continuação do trabalho.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, são abordados os vieses principais que compõem este trabalho. No item 2.1 é descrito sobre a tecnologia na gestão escolar e mediação pedagógica. No item 2.2 é apresentado sobre usabilidade em aplicação web, conteúdo embasado para a construção de aplicações ergonômicas com usabilidade. O item 2.3 apresenta o paradigma de desenvolvimento *publish/subscribe* e o comparativo entre o uso de ferramentas como Kafka e RabbitMQ. Por fim item 2.4 relaciona três trabalhos correlatos ao tema proposto.

### 2.1 TECNOLOGIA NA GESTÃO ESCOLAR E MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA

Vive-se em um tempo em que as tecnologias não são apenas inovações corriqueiras que acontecem na vida das pessoas. Para Ramos e Segundo (2016), todo dia algo novo é revelado, influenciando, direta ou indiretamente a vida das pessoas: a descoberta de um novo planeta, a formação de redes virtuais, a integração eletrônica de formas e meios de comunicação, a invenção de espaços inteligentes, a robótica, a engenharia genética, a nanotecnologia, entre outras.

Segundo Almeida et al. (2005), a articulação da escola com outros espaços produtores do conhecimento poderá resultar em mudanças substanciais em seu interior e redimensionar seu espaço, criando possibilidades de torná-lo aberto e flexível, propiciando a gestão participativa, o ensino e a aprendizagem em um processo colaborativo. Amenizando o eco nas concepções educacionais que enfatizam o trabalho em equipe, a gestão de lideranças, a concepção e o desenvolvimento do projeto político pedagógico. A escola deve ser vista como organização viva, que aprende empregando todos os recursos disponíveis, dentre os quais as TICs. O acesso a informação e ao conhecimento se faz essencial em todas as áreas de atuação, inclusive na gestão escolar, visando custos e benefícios sociais e econômicos.

O uso mercantil da informação, ou indo mais direto, a sua transformação em mercadoria, redimensiona toda a relação com o estoque de informações, com o possuir – tanto humano como mecânico – e com os meios, provocando e conformando transformações no processo de produção e circulação. Podemos afirmar que a informação apresenta a dupla face de constituir-se como esfera produtora de mercadorias, mas também de entrar na esfera da circulação, ela própria, enquanto mercadoria. (BIANCHETTI, 2001, p. 49)

Para Vieira, Almeida e Alonso (2003) a capacidade de armazenagem e articulação das informações produzidas na escola é normalmente bem reduzida, pois além das dificuldades de coleta e registro de dados devido ao pouco acesso a recursos tecnológicos, quando o armazenamento ocorre, elas sobrecarregam a forma de operar a escola, acarretando pouca valorização ou utilidade às informações coletadas. Na gestão escolar, as tecnologias são meios

de apoio e fontes de informação importante. Vieira, Almeida e Alonso (2003) descrevem que do ponto de vista administrativo, esses recursos auxiliam na matrícula de alunos, controle financeiro, notas, frequência, cadastro de professores, e entre outros. No pedagógico os dois serviços devem ser integrados, facilitando o acesso as informações e previsões necessárias. Almeida e Moran (2005) complementam dizendo que, o coordenador pedagógico terá a oportunidade de rever-se e de analisar as contribuições das TICs para desempenhar o papel de articulador entre as dimensões pedagógicas e administrativas da escola.

Vieira, Almeida e Alonso (2003) afirmam que, numa primeira etapa, privilegiou-se o uso do computador para tarefas administrativas: cadastro de alunos e folha de pagamento. Entretanto a tecnologia no âmbito escolar vem crescendo muito nos últimos tempos e seu uso auxilia tanto na formação e capacitação do corpo docente, como na inclusão e formação de rede de conhecimento para os próprios estudantes. Ainda para Vieira, Almeida e Alonso (2003), a quantidade de informação gerada internamente na escola é muito grande, pois cada aluno deve ser reconhecido detalhadamente em vários aspectos e nas diversas disciplinas, o que demanda, também, um contínuo registro do seu desenvolvimento para cada um dos tópicos avaliados.

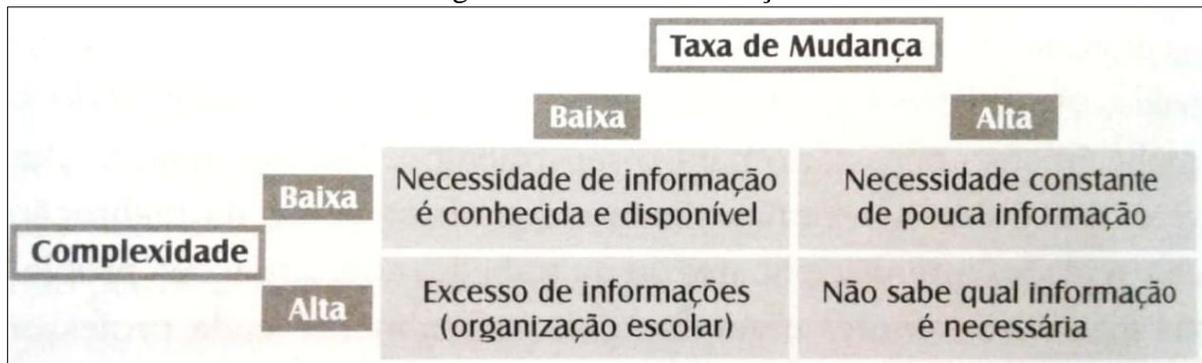
De acordo com Ramos e Segundo (2016), a inserção das tecnologias modifica a forma como são realizadas tarefas, alterando as metodologias. A palavra metodologia deriva do radical grego *méthodos* = ‘caminho para chegar a um fim’ e *logia* = ‘estudo de’. Vieira, Almeida e Alonso (2003) contribui dizendo que todo novo conhecimento incorporado gera mudança de pensamentos, atitudes, valores ou conceitos no indivíduo.

Segundo Almeida e Moran (2005), dificuldades se fazem presentes, as quais se relacionam tanto com a ausência de condições físicas, materiais e técnicas adequadas quanto com a postura dos dirigentes escolares, pouco familiarizados com a questão tecnológica, o que dificulta a sua compreensão a respeito da potencialidade das TICs para melhoria de qualidade do processo de ensino e aprendizagem. Concluindo que a informatização escolar é uma exigência do novo ambiente comunicacional-cultural para a socialização, organização, conhecimento e educação. Moran, Masetto e Behrens (2013) complementam que, com o desenvolvimento da cultura digital também leva o professor, como docente, a conhecer novos recursos, adaptar-se, e usá-lo em um processo de aprendizagem mais dinâmico focando uma construção conjunta de conhecimento.

De acordo com Vieira, Almeida e Alonso (2003), o uso das TICs na escola, principalmente com a internet, contribui para expandir o acesso a informação atualizada, permite estabelecer novas relações com o saber que ultrapassam os limites dos materiais instrucionais tradicionais e favorecem a criação de comunidades colaborativas. Para Bianchetti

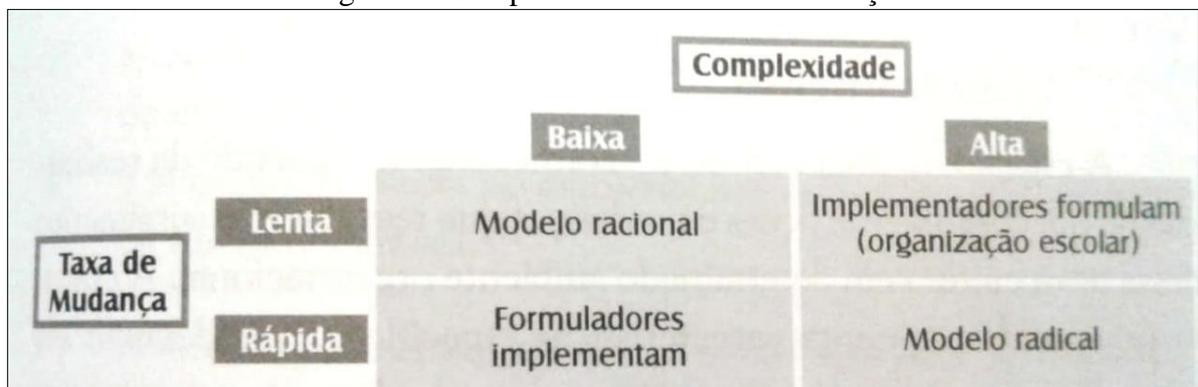
(2001), não há dúvidas que as novas tecnologias da informação se apresentam com um potencial inigualável e inimaginável em termos de estocagem e de veiculação de informações, mas dessa condição à efetivação desse potencial em conhecimentos vai uma grande distância. Vieira, Almeida e Alonso (2003) enfatizam que a consolidação das informações pedagógicas possibilita compreender a necessidade de cada aluno e também das situações coletivas de toda a classe de aula. Hatch (1997) também correlaciona a importância dessas mudanças no ambiente escolar com a complexidade para sua execução, conforme Figura 1 e Figura 2.

Figura 1 - Taxa de mudança



Fonte: Hatch (1997, p. 91).

Figura 2 - Complexidade x Taxa de mudança



Fonte: Hatch (1997, p. 117).

Segundo Vieira, Almeida e Alonso (2003), a intranet conecta-se com a internet, abre-se para o mundo através de uma página na web, que tem como finalidade imediata a divulgação da escola – marketing – e, como finalidade principal, facilitar a comunicação entre todos os participantes da comunidade escolar. Ramos e Segundo (2016) complementa, a partir da internet, podemos acessar informações atualizadas e comunicar-nos com pessoas de todo o mundo.

Há inúmeros usos da tecnologia no ambiente escolar. Moran e Masetto (2013) escreve que, os recursos digitais podem ser utilizados para o apoio a pesquisa, desenvolvimento de projetos através de *webquest*, mapas conceituais por *webmaps*, e aperfeiçoar comunicação e publicação através de sites, blogs e conteúdo de *streaming*.

Ainda sobre os usos das TICs na gestão escolar Vieira, Almeida e Alonso (2003) diz que, gestores escolares terão informações disponíveis que lhes permitam identificar dificuldades e buscar compreendê-las e sobrepujá-las por meio do diálogo; selecionar e articular informações que tragam subsídios a tomada de decisões; acompanhar em nível macro as ações desenvolvidas tanto no âmbito administrativo quanto no pedagógico, de modo a adquirir uma visão do todo da escola.

Para Vieira, Almeida e Alonso (2003), as redes administrativa e pedagógica, nessa primeira etapa, estiveram separadas e ainda continuam funcionando em paralelo. Muitas escolas encontram-se nesse momento, no começo da integração do administrativo e do pedagógico do ponto de vista tecnológico. As TICs foram inicialmente introduzidas na educação para informatizar as atividades administrativas visando agilizar o controle e a gestão técnica, principalmente a oferta e a demanda de vagas e a vida escolar de cada aluno. Para Moran e Masetto (2013), é inegável os benefícios desses recursos na mediação pedagógica. Para ele, todas as técnicas favorecem o autoaprendizado e a interaprendizagem. Porém, essas não substituem a ação do professor como mediador do conhecimento na formação pedagógica.

Ainda para Vieira, Almeida e Alonso (2003), há que se empregar nas ações de formação de todos os recursos disponíveis, inclusive as TICs, tendo em vista a criação de comunidades colaborativas que propiciem aos educadores a tessitura de suas próprias redes de inter-relações humanas e de conhecimento.

De acordo com o estudo setorial publicado pelo Comitê Gestor de Internet do Brasil (2016), um dos principais objetivos das políticas e ações com foco na informatização das escolas é a incorporação da tecnologia para a gestão escolar e atividades pedagógicas. De acordo com o estudo exposto nessa publicação, em 2010, boa parte das escolas pesquisadas utilizavam de sistema para a matrícula, registro de notas e faltas e comunicação com familiares e órgãos do governo. No entanto, ao longo da pesquisa, entre 2011 a 2013, evidenciou-se uma uniformidade entre as escolas em relação ao uso da TIC na gestão escolar. As que utilizam, tendiam ser tratadas como apoio as atividades docentes.

Para Vieira, Almeida e Alonso (2003), a utilização de ambientes virtuais de colaboração e aprendizagem na escola favorece a criação e a atualização contínua de uma rede colaborativa formada por pessoas que atuam na escola (diretor, coordenadores, professores, funcionários, alunos), especialistas, membros da comunidade, outras organizações da sociedade civil ou autoridades da secretaria da educação etc.

## 2.2 USABILIDADE DE APLICAÇÃO WEB

O desenvolvimento de um software tem um propósito: atender uma ou mais necessidades de um nicho de usuários. Tão importante quanto o que um software pode fazer, é como esse mesmo software atende a essa necessidade. Isso define, pela ISO 9241 (ISO, 1997), a usabilidade como a capacidade para a realização de uma ou mais tarefas de forma eficaz, eficiente e agradável.

A interface de uma aplicação é a forma de interação ativa entre o humano e o computador. Sua construção envolve diversas ferramentas cognitivas capazes de produzir sensações, abstrações e o mais importante, informações. Através dela que ocorre o relacionamento entre o usuário e a aplicação, e através desse relacionamento que o usuário consegue atender suas necessidades e utilizar as funcionalidades de um sistema. Para Cybis (2010), desenvolver uma interface com usabilidade é um grande desafio, considerando que cada usuário difere de estilos cognitivos e personalidades, além da construção estratégica e atitudes que os usuários evoluem com o passar do tempo.

A discussão de programas interativos é bem ampla e há diversas normas para a construção de interfaces com usabilidade. Cybis (2010) relaciona as dez heurísticas de usabilidade de Nielsen aos modelos mentais dos usuários, reforçando a importância da memória cognitiva para a construção de interfaces ergonômicas. Kurg (2014) complementa que, para ele, o mais importante é que o usuário interaja com a aplicação sem a necessidade de raciocinar. Todas as ações devam ser evidentes, óbvias e auto explanatórias.

Foi identificado em estudo feito por Nielsen e Loranger (2007), que 34% das vezes os usuários falham ao acessar sites na internet. O que categorizaram um avanço comparado com a usabilidade da década de 90, cuja taxa de sucesso girava em torno de 40%. Para eles, o importante é manter o foco no usuário, conhecer o público alvo, valorizar a experiência já adquirida sem a necessidade de novos aprendizados fora da forma, e a simplicidade. Combinar a criatividade, usabilidade e um design harmonioso são o caminho do sucesso.

## 2.3 PARADIGMA DE DESENVOLVIMENTO PUBLISH/SUBSCRIBE UTILIZANDO PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO AMQP

A forma de escrever softwares vem se transformando com o passar do tempo. Atualmente, em uma era conectada e totalmente dependente da tecnologia, precisa-se cada vez mais de sistemas e aplicativos sincronizados, integrados e de alta disponibilidade. Dobbelaere e Esmaili (2017) afirmam que a internet tem transformado consideravelmente a escala dos

sistemas distribuídos que necessitam de processamento eficaz, flexível e com alto desacoplamento dentre as milhares de entidades que os envolve.

Esse novo hábito de consumo juntamente com as transformações da arquitetura das aplicações alavancaram a necessidade de se desenvolver sistemas distribuídos, clusterizados e de alta disponibilidade. Rajkumar, Gagliardi e Sha (1995) descrevem em seu artigo que a comunicação entre processos Inter-Process Communication (IPC) é o requisito fundamental de um sistema distribuído e modularizado.

Os mesmos autores ainda relatam que em face a muitos problemas na construção desse modelo de sistema, o uso de ferramentas pode ser essencial. Porém afirmam que alguns requisitos devem ser atendidos como por exemplo: a facilidade de implementação, portabilidade, analisabilidade, eficiência, escalabilidade, confiabilidade e segurança. Ou seja, todos eles relacionados a garantia da qualidade do serviço Quality of Service (QoS). Eles ainda exemplificam que um modelo de comunicação entre processos desejável deva ser independente, indiferente do protocolo de comunicação adotado e que, em caso de falha, não comprometa toda a aplicação.

O modelo *publish/subscribe* é um eficiente paradigma para interconexão de aplicações e atualmente está sendo aplicado nos mais variados tipos de aplicação como finanças, automação, transporte e gestão (Banavar et. al, 1999). A técnica empregada nesse modelo é a associação lógica para o tratamento do tipo de mensagens totalmente desacoplada a origem e destino das mensagens (Rajkumar, Gagliardi e Sha, 1995).

Dobbelaere e Esmaili (2017) apresentam um comparativo de dois populares *frameworks* baseados no paradigma *publish/subscribe*. O primeiro é o Apache Kafka, que é implementado com base no protocolo TCP. O segundo é o RabbitMQ implementado sobre o protocolo Advanced Message Queuing Protocol (AMQP), definido pela ISO/IEC 19464 (ISO, 2014) como protocolo de comunicação para mensageria de negócio baseado em tipos.

Os autores enumeram quatro principais funcionalidades dessas ferramentas:

- a) desacoplamento de entidade: em que o produtor e o consumidor não precisam estar interligados diretamente e a infraestrutura de pub/sub atua o intermédio da comunicação;
- b) desacoplamento de tempo: as entidades de interação não precisam estar ativas ao mesmo tempo;
- c) desacoplamento de sincronização: a interação e sincronização entre o produtor e o consumidor não bloqueiam a *thread* de execução, permitindo assim uma maximização dos recursos;

- d) lógica de roteamento: refere-se a lógica de decisão no tratamento da mensagem;
- e) baseado em tópico: o roteamento baseado em tópico tem como característica a definição estratégica de operação de filtros com o objetivo de decidir de qual produtor para qual consumidor a mensagem será encaminhada;
- f) baseado em conteúdo: o roteamento baseado em conteúdo tem como característica a definição estratégica de filtro através dos campos de metadados da mensagem. A vantagem desse modelo de roteamento é que permite aplicar restrições e combinações lógicas de filtros.

Tanto Rajkumar, Gagliardi e Sha (1995) como o Dobbelaere e Esmaili (2017) apresentam a importância da garantia da qualidade do serviço do modelo *publish/subscribe*. Porém os autores Dobbelaere e Esmaili (2017) se aprofundam quanto a garantia de entrega e ordem explicando as seguintes variações:

a) Garantia de entrega;

- No máximo uma: nesta modalidade não há garantia de entrega e em caso de falha pode ocorrer perda de mensagens. Em contrapeso, essa é a modalidade de melhor desempenho e há garantia de não duplicidade de entrega,
- Pelo menos uma: neste modo há garantia de entrega, entretanto pode haver entregas duplicadas em caso de falha e desordenados,
- Exatamente uma: nesta modalidade há total garantia de entrega e de não duplicidade, porém há comprometimento no desempenho por uma verificação ponto-a-ponto.

b) Garantia de ordem;

- Sem ordenação: onde não há garantia na ordem de entrega,
- Ordenação particionada: ordenação garantida dentro do mesmo fluxo de mensagens,
- Ordenação global: sincronização entre os fluxos de mensagens garantido a ordem de entrega em todos os canais. Este ponto pode penalizar severamente o desempenho.

Os estudos de Dobbelaere e Esmaili (2017) apontaram que em funcionalidades básicas a ferramenta RabbitMQ sobressai ao Kafka. Porém em relação ao particionamento de um mesmo nóculo traz vantagens de escalabilidade para o Kafka. Ao se tratar de desempenho quanto a replicação há um comprometimento de 50% para o RabbitMQ e de 75% para o Apache Kafka. Os mesmos autores ainda concluem que ambos os *frameworks* possuem pontos positivos

e negativos e que não recomendam a escolha de um ou de outro, mas sugerem que haja uma combinação dos dois para obter os melhores resultados que cada um possa fornecer.

## 2.4 TRABALHOS CORRELATOS

Nesta seção, são apresentados três trabalhos correlatos com objetivos e/ou características semelhantes ao do trabalho desenvolvido. O primeiro detalha o trabalho de Possamai (2016), que consiste em um protótipo para o lançamento de notas acadêmicas utilizando reconhecimento de voz. Em seguida, relata-se o trabalho de Correia (2013), cujo trabalho envolveu o desenvolvimento de um sistema gerador de grade horária de professores utilizando algoritmos genéticos. E por fim, um terceiro trabalho de Brune (2007), o qual desenvolveu um sistema de gestão escolar objeto-relacional utilizando banco de dados Caché.

### 2.4.1 PROTÓTIPO PARA LANÇAMENTO DE NOTAS ACADÊMICAS UTILIZANDO RECONHECIMENTO DE VOZ

Segundo Edusoft (2012 apud Possamai, 2016), a aplicação MentorWeb é um produto de gestão acadêmica desenvolvido pela empresa Edusoft Tecnologia. O sistema é organizado por submódulos que auxiliam em toda a gestão e organização da unidade de ensino e o acesso a esses módulos são controlados de acordo com o perfil do usuário.

Dando continuidade no aperfeiçoamento desse produto, Possamai (2016), em seu trabalho, desenvolveu um protótipo para o lançamento de notas utilizando o reconhecimento de voz. Este protótipo foi integrado ao sistema MentorWeb da Edusoft e seu funcionamento pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3 - Tela para lançamento/consulta de notas

Alunos	Notas
Aparele Mariane Zala	5.00
Eduardo Marques Ferreira	5.00
Felippe Beckenbauer	3.00
João Thiago Ferreira dos Santos	3.99
Lucas Goulart Foster	5.99
Marta Helena da Rosa	3.99
Marta Helena Sonago	2.95

Fonte: Possamai (2016).

A Figura 3 apresenta a tela para o lançamento e consulta de notas. Ao lado do botão gravar, encontra-se o botão do microfone. Através dele é permitido habilitar ou desabilitar o comando de voz.

Possamai (2016) utilizou, no desenvolvimento do protótipo, a biblioteca Web Speech API para o reconhecimento de voz aplicando os conceitos do algoritmo de Levenshtein. Para a interface do software, foi utilizada biblioteca PrimeFace na versão 6. Todo o protótipo foi desenvolvido na linguagem Java versão 7, suportando o banco de dados MSSQL na versão 2008 ou superior.

#### 2.4.2 SISTEMA GERADOR DE GRADE HORÁRIA DE PROFESSORES USANDO ALGORITMOS GENÉTICOS

Conforme descrito por Goés (2005 apud Correia, 2013), no início de cada ano letivo há sempre uma preocupação com a formulação da grade horária e distribuição de turmas que atenda aos critérios de disponibilidade dos professores com a instituição. Esse processo geralmente é arcaico, ou envolve a mobilização de todo o corpo docente.

Com o objetivo de auxiliar nessa demanda, Correia (2013) desenvolveu um sistema gerador de grade horária de professores de ensino superior utilizando algoritmos genéticos. O resultado pode ser visualizado na Figura 4. Embora o foco esteja na confecção da grade horária, o trabalho inclui também a manutenção de cadastros de professores, disciplinas, cursos e turnos.

Figura 4 - Grade horária gerada utilizando algoritmo genéticos

Grade de Horarios Gerada						
Grade Horaria da Turma: (Turma 1m) da Fase: 1 do Periodo Letivo: 2013/1 do Turno: Matutino						
Segunda	Terca	Quarta	Quinta	Sexta	Sabado	Domingo
07:00 as 08:00 Prof.: Miguel Alexandre Wisintainer Disc.: Teoria da Computação	07:00 as 08:00 Prof.: Mauricio Capobianco Lopes Disc.: Programação Orientada a Objetos II	07:00 as 08:00 Prof.: Wilson Pedro Carli Disc.: Estatística Aplicada à Informática	07:00 as 08:00 Prof.: Aurélio Faustino Hoppe Disc.: Algoritmos e Estruturas de Dados	07:00 as 08:00 Prof.: Miguel Alexandre Wisintainer Disc.: Teoria da Computação	Sem registros	Sem registros
08:00 as 09:00 Prof.: Miguel Alexandre Wisintainer Disc.: Teoria da Computação	08:00 as 09:00 Prof.: Mauricio Capobianco Lopes Disc.: Programação Orientada a Objetos II	08:00 as 09:00 Prof.: Aurélio Faustino Hoppe Disc.: Algoritmos e Estruturas de Dados	08:00 as 09:00 Prof.: Aurélio Faustino Hoppe Disc.: Algoritmos e Estruturas de Dados	08:00 as 09:00 Prof.: Miguel Alexandre Wisintainer Disc.: Teoria da Computação		
09:00 as 10:00 Prof.: Mauricio Capobianco Lopes Disc.: Programação Orientada a Objetos II	09:00 as 10:00 Prof.: Antonio Carlos Tavares Disc.: Sistemas Operacionais	09:00 as 10:00 Prof.: Aurélio Faustino Hoppe Disc.: Algoritmos e Estruturas de Dados	09:00 as 10:00 Prof.: Wilson Pedro Carli Disc.: Estatística Aplicada à Informática	09:00 as 10:00 Prof.: Antonio Carlos Tavares Disc.: Sistemas Operacionais		
10:00 as 11:00 Prof.: Mauricio Capobianco Lopes Disc.: Programação Orientada a Objetos II	10:00 as 11:00 Prof.: Antonio Carlos Tavares Disc.: Sistemas Operacionais	10:00 as 11:00 Prof.: Wilson Pedro Carli Disc.: Estatística Aplicada à Informática	10:00 as 11:00 Prof.: Wilson Pedro Carli Disc.: Estatística Aplicada à Informática	10:00 as 11:00 Prof.: Antonio Carlos Tavares Disc.: Sistemas Operacionais		

Fonte: Correia (2013).

De acordo com Lopes (1995 apud Correia, 2013), algoritmo genético é um procedimento iterativo que se compara ao processo evolutivo de uma população, no qual em meio a uma competitividade, sobrevive o mais adaptado. Para a execução do sistema de Correia (2013), é necessário definir os parâmetros para a escolha do indivíduo, definir a população, percentual de mutação, critério de sobrevivência e parada do algoritmo, conforme demonstrado na Figura 5.

Figura 5 - Tela de parâmetros

Chave	Sequencia	Tipo	valor	Alterar	Excluir
PERCENTUAL_MUTACAO	0	AG	20	Alterar	Excluir
POPULACAO_MAXIMA	0	AG	50	Alterar	Excluir
QUANTIDADE_GERACOES	0	AG	10	Alterar	Excluir
CONJUNTO1	1	AG	1	Alterar	Excluir
CONJUNTO2	2	AG	10	Alterar	Excluir
CONJUNTO3	3	AG	5	Alterar	Excluir
CONJUNTO4	4	AG	15	Alterar	Excluir
PERCENTUAL_SACRIFICIO	0	AG	80	Alterar	Excluir
GRAU_PENALIDADE1	5	AG	1,2,1	Alterar	Excluir

Fonte: Correia (2013).

Como explica Correia (2013), após o cadastro de todas as informações pertinentes a grade horária, o ajuste dos parâmetros e a validação dos dados. É possível executar o algoritmo, inteirando sobre as gerações, cruzando os indivíduos, analisando o grau de aptidão e eliminando os indivíduos não aptos até que o limite de quantidade de gerações seja atingido. Então o indivíduo melhor adaptado é utilizado como solução do problema.

O trabalho relatado foi desenvolvido em Java Server Faces (JSF) na versão 2.0, utilizando a IDE de desenvolvimento Eclipse EE for Web Developers. Os componentes gráficos utilizados foram os fornecidos pela biblioteca PrimeFace. A persistência de dados conta com a utilização da biblioteca Hibernate para a persistência e manipulação dos dados no banco MySQL versão 5.0.

#### 2.4.3 SISTEMA DE GESTÃO ESCOLAR OBJETO-RELACIONAL UTILIZANDO BANCO DE DADOS CACHÉ

De acordo com a INTERSYSTEMS (2002 apud Brune, 2007, p. 15), o armazenamento de objetos em um banco de dados relacional é uma tarefa complexa. Torna-se difícil representar

abstrações comuns em relacionamento objeto como herança e polimorfismo em um modelo relacional de banco de dados.

Com o intuito de abordar o problema, foi desenvolvido um sistema de gestão escolar utilizando o banco de dados objeto-relacional Caché, conforme funcionamento demonstrado na Figura 6. Seu trabalho visa atender as necessidades do Colégio Madre Francisca Lampel, localizado na cidade de Gaspar.

Figura 6 - Tela de cadastro de aluno

The screenshot shows a window titled 'Aluno' with a close button in the top right. The main area is labeled 'Objeto' and contains the following fields and controls:

- Foto Aluno:** A placeholder box with a large 'X' and a 'Procurar' button below it.
- Pessoais:**
  - Nome: Fulano de tal
  - Pai: Nome do pai (dropdown)
  - Mãe: Nome da mãe (dropdown)
  - Responsável: Responsável (dropdown)
- Foto Responsável:** A placeholder box with a large 'X'.
- Endereço:**
  - Rua: Rua São José
  - Número: 19
  - Obs: (empty)
  - CEP: 89110-000
  - Bairro: Centro
  - Telefone: 3333-3333
  - Cidade: Gaspar (dropdown)
  - Celular: 9999-9999
- Outros:**
  - Convênio: BESC (dropdown)
  - Gratuidade: 5 (dropdown)
  - Status: Cadastrado
- Buttons (right side):** Novo, Localizar..., Salvar, Excluir, Fechar, Saír.
- Documentos Entregues (checkboxes):**
  - Foto 3x4
  - Xerox RG
  - Xerox RG Responsável
  - Xerox CPF Responsável
  - Xerox Certidão Nascimento
  - Atestado de frequência

Fonte: adaptado de Brune (2007).

O sistema de gestão escolar desenvolvido por Brune (2007) engloba:

- módulo financeiro com geração e controle de parcelas;
- módulo bibliotecário com o cadastro e controle do acervo;
- módulo de gerência institucional como de controle de estoque e patrimônio;
- módulo pedagógico.

Este módulo possui como foco o registro de alunos, controle de notas e frequências, emissão de boletins, controle das turmas e relatórios gerenciais acadêmicos.

Para o cadastro de turmas, exemplificado pela Figura 7, é necessário que haja um prévio cadastro de professores e disciplinas. Só então é possível fazer o registro da turma informando um nome, a quantidade de vagas, o professor regente, o curso e relacionar as disciplinas dessa turma com o professor responsável por lecioná-las.

Figura 7 - Tela de cadastro de turmas

Objeto

Nome: 9º Ano A

Vagas: 30

Regente Nome: Zaira

Curso Nome: Fundamental II

Disciplinas

ID	Professor	Disciplina
1	Jeovani	Matemática
2	Zaira	Portugues
4	Cinara	Artes

Buttons: Novo, Localizar..., Salvar, Excluir, Fechar, Sair, Adicionar, Remover

Fonte: Brune (2007).

Todos os relatórios gerados pelo sistema de Brune (2007) obedecem ao formato demonstrado pela Figura 8, contendo o cabeçalho da escola, o nome do relatório e os dados pertinentes ao relatório.

Figura 8 - Relatório de alunos

Zoom: 100%

Colégio Madre Francisca Lampel  
Relação de Alunos

Código	Aluno	Mãe	Pai
4	Pedro	Julier	Juliano
19	Yasmin	Julier	Juliano
20	Artur	Julier	Juliano
21	rafael	Julier	Juliano
22	Maio de Silva	Julier	Juliano
23	PePE	Julier	Juliano
24	Luis	Julier	Juliano
25	Juliano		

Pages: 1

Fonte: adaptado de Brune (2007).

Brune (2007) utilizou a ferramenta Cache Studio para elaborar as classes da aplicação, e a partir da ferramenta Ration Rose foram feitas as exportações para o banco de dados Caché.

A comunicação do banco de dados com a aplicação é dada através da instanciação de uma comunicação ActiveX CacheObject, facilitando assim a obtenção dos objetos sem qualquer mapeamento prévio. A aplicação desenvolvida conta com uma interface para desktop, desenvolvida na linguagem VB.

#### 2.4.4 COMPARAÇÃO ENTRE OS TRABALHOS CORRELATOS

Conforme o Quadro 1, todos os trabalhos detalhados na seção 2 correlacionam a este, cujas características contribuem para uma gestão pedagógica com eficiência e de qualidade.

Quadro 1 - Comparativo dos trabalhos correlatos

<b>Características</b>	<b>Brune (2007)</b>	<b>Correia (2013)</b>	<b>Possamai (2016)</b>
Cadastro de aluno	Sim	Não	Não
Cadastro de disciplina	Sim	Sim	Não
Cadastro de professor	Sim	Sim	Não
Controle de nota e frequência	Sim	Não	Sim
Cadastro de notas e frequência por voz	Não	Não	Sim
Cadastro de turmas	Sim	Não	Não
Controle de acesso ao usuário	Sim	Não	Sim
Geração de grade horária automática	Não	Sim	Não
Aplicação responsiva	Não	Sim	Sim
Interface da aplicação	Desktop	Web	Web

Fonte: elaborado pelo autor.

Como é observado no Quadro 1, o trabalho de Brune (2007), teve como foco o desenvolvimento de um sistema de gestão escolar com diversos módulos gerenciais, entre eles o pedagógico. Outra característica singular de seu trabalho foi à interface de sua aplicação ser desktop devido à tecnologia adotada.

Tanto Correia (2013), quanto Possamai (2016) utilizaram de interface web responsiva para o desenvolvimento de seus trabalhos. Correia (2013) focou no desenvolvimento de algoritmo para a geração de grade horária automática. Entretanto, seu trabalho mantém relação com este, uma vez que também possui cadastro de professores, disciplinas, além da própria grade horária. Possamai (2016) complementou um produto de mercado desenvolvendo um módulo para o lançamento de notas por voz.

Observando as características principais dos trabalhos relatados, nota-se que Brune (2007) atende a uma necessidade de uma instituição de ensino mencionada em seu trabalho,

que foi a construção de um SGE com uso de banco de dados objeto-relacional. Correia (2013) utilizou de algoritmos genéticos para desenvolver um sistema para a elaboração de grade horária de uma instituição de ensino superior e, para tal, incluiu cadastro de Professores e turmas, aspectos que matem similaridade com o presente trabalho. Já Possamai (2017) desenvolveu um protótipo de reconhecimento de voz para o lançamento de notas no diário online baseado em um produto de mercado oferecido pela Edusoft. Apesar de não envolver funcionalidade com o reconhecimento de voz, características como o Registro de notas, Disciplinas e Professores, estão diretamente relacionadas a este trabalho.

### 3 DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo contém as etapas do desenvolvimento e construção do módulo de gestão e apoio pedagógico. A seção 3.1 apresenta os requisitos funcionais e não-funcionais do trabalho. Na seção 3.2 contém a especificação, com o diagrama de modelagem entidade relacional, caso de uso e de atividade. A seção 3.3 apresenta a implementação bem como as técnicas e ferramentas utilizadas. Por fim, a seção 3.4 expõem os resultados obtidos.

#### 3.1 REQUISITOS

O Quadro 2 apresenta os Requisitos Funcionais (RF) do módulo de gestão e apoio pedagógico. O Quadro 3 contém os Requisitos Não-Funcionais (RNF) que estão relacionados diretamente com o funcionamento do sistema.

Quadro 2 - Requisitos funcionais

<b>Requisitos Funcionais (RF)</b>	
<b>RF-01</b>	Permitir o registro de alunos.
<b>RF-02</b>	Permitir o registro de professores.
<b>RF-03</b>	Permitir o registro da grade horária da turma.
<b>RF-04</b>	Permitir o registro de disciplinas.
<b>RF-05</b>	Permitir o registro de turmas.
<b>RF-06</b>	Permitir o registro de notas e frequência dos alunos.
<b>RF-07</b>	Permitir o registro de ocorrências pedagógicas dos alunos.
<b>RF-08</b>	Permitir o registro e controle de alunos com necessidades especiais, medicamentosa ou alimentícia.
<b>RF-09</b>	Permitir o envio de comunicado para os responsáveis ou professores.
<b>RF-10</b>	Controlar o acesso ao sistema e suas funcionalidades.
<b>RF-11</b>	Permitir o registro do período letivo.

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 3 - Requisitos não-funcionais

<b>Requisitos Não-funcionais (RNF)</b>	
<b>RNF-01</b>	Utilizar a biblioteca Materialize 1.0.0-beta para a elaboração do leiaute da aplicação.
<b>RNF-02</b>	Utilizar a biblioteca jQuery 3.3.1 para a implementação do comportamento da aplicação.
<b>RNF-03</b>	Utilizar a biblioteca jQuery Mask 1.14.10 para aplicar máscara aos campos necessários.
<b>RNF-04</b>	Utilizar a biblioteca SammyJS 0.7.6 para o roteamento da aplicação.
<b>RNF-05</b>	O servidor da aplicação deverá ser desenvolvido na linguagem C# suportando no mínimo o .NET 4.6.1.
<b>RNF-06</b>	Utilizar a biblioteca MassTransit 5.1.0 para a mensageria através do protocolo AMQP no RabbitMQ 5.0.1.
<b>RNF-07</b>	Utilizar o banco de dados MSSQL 2017 para a persistência dos dados integrado a ferramenta SSMS.
<b>RNF-08</b>	Utilizar a biblioteca Twilio 5.13.0 para o envio de SMS.
<b>RNF-09</b>	Utilizar o ADO.NET para comunicação com o banco de dados.
<b>RNF-10</b>	Utilizar a biblioteca FluentValidation 7.5.2 para validações de entidades.
<b>RNF-11</b>	O servidor da aplicação deverá ser desenvolvido usando padrões REST da ferramenta ASP.NET WEB API 5.
<b>RNF-12</b>	A codificação usará a ferramenta Microsoft Visual Studio 2017 Community.
<b>RNF-13</b>	A aplicação será hospedada no IIS 8.0.
<b>RNF-14</b>	Utilizar a biblioteca Topshelf 4.0.4 para a construção do serviço do Windows.

Fonte: elaborado pelo autor.

### 3.2 ESPECIFICAÇÃO

Na especificação do trabalho foi utilizada ferramenta Enterprise Architect versão 13 para os diagramas de caso de uso e atividade. Para a modelagem das entidades de relacionamento, foi utilizado a própria ferramenta do banco de dados, o MS SQL Management Studio versão 17.6.



As tabelas ilustradas na Figura 9 são utilizadas para a manutenção das informações necessárias para a execução da aplicação, são elas:

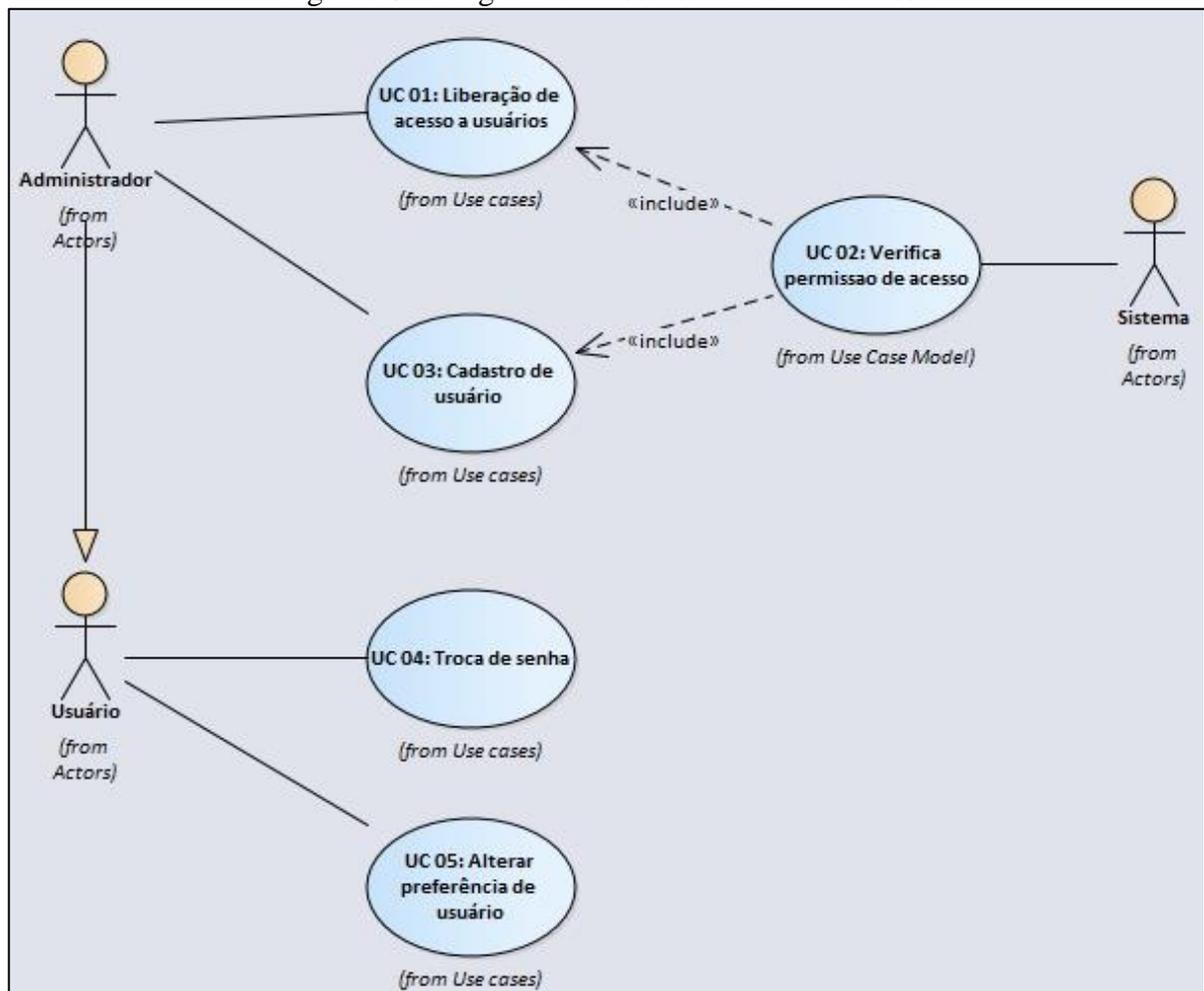
- a) tabela ALUNOS – responsável por armazenar o cadastro de alunos;
- b) tabela ANOS\_LETIVOS – responsável por armazenar o cadastro dos períodos letivos das turmas;
- c) tabela ARQUIVOS – responsável por armazenar o cadastro de arquivos;
- d) tabela CONSELHOS\_CLASSE – responsável por armazenar a decisão do conselho de classe do aluno a uma disciplina;
- e) tabela DIARIO\_ATIVIDADES – responsável por armazenar as atividades de uma determinada disciplina a turma;
- f) tabela DIARIO\_FREQUENCIA – responsável por armazenar as frequências do aluno a uma determinada disciplina;
- g) tabela DIARIO\_NOTAS – responsável por armazenar as notas de uma determinada atividade a turma;
- h) tabela DISCIPLINAS – responsável por armazenar o cadastro das disciplinas lecionadas;
- i) tabela ENDEREÇOS – responsável por armazenar o cadastro de endereços dos alunos;
- j) tabela INFORMACOES\_CONTATO – responsável por armazenar o cadastro dos telefones dos responsáveis dos alunos;
- k) tabela MODULOS – responsável por armazenar os módulos da aplicação;
- l) tabela OCORRENCIA – responsável por armazenar as ocorrências pedagógicas do aluno;
- m) tabela OCORRENCIA\_ARQUIVOS – responsável por vincular arquivos a uma determinada ocorrência;
- n) tabela PAGINAS – responsável por armazenar as páginas da aplicação;
- o) tabela PERMISSOES\_USUARIO – responsável por vincular a permissão de acesso do usuário a uma determinada página.
- p) tabela PROFESSORES – responsável por armazenar o cadastro de professores;
- q) tabela RESPONSÁVEIS – responsável por armazenar o cadastro dos responsáveis dos alunos;
- r) tabela RESTRICOES – responsável por armazenar o cadastro das restrições dos alunos;
- s) tabela TURMAS – responsável por armazenar o cadastro das turmas;

- t) tabela `TURMAS_ALUNOS` – responsável por vincular a turma ao aluno;
- u) tabela `TURMAS_PROFESSORES_TITULARES` – responsável por vincular o professor titular de uma determinada disciplina a turma;
- v) tabela `TURMAS_PROFESSORES_TITULARES_DIAS_DE_AULA` – responsável por vincular os dias da semana em que o professor leciona a disciplina naquela turma;
- w) tabela `USUARIOS` – responsável por armazenar os usuários da aplicação.

### 3.2.2 DIAGRAMA DE CASO DE USO

Nesta seção estão presentes 3 (três) diagramas de caso de uso que contemplam as principais funcionalidades do módulo de gestão pedagógica. A Figura 10 apresenta o diagrama de caso de uso da funcionalidade de controle de acesso, contendo o cadastro de usuários e seus vínculos a permissão de acesso. A Figura 11 representa um diagrama de caso de uso contendo as principais funcionalidades abordadas pela aplicação. Por fim, a Figura 12 diagrama a funcionalidade do cadastro de aluno.

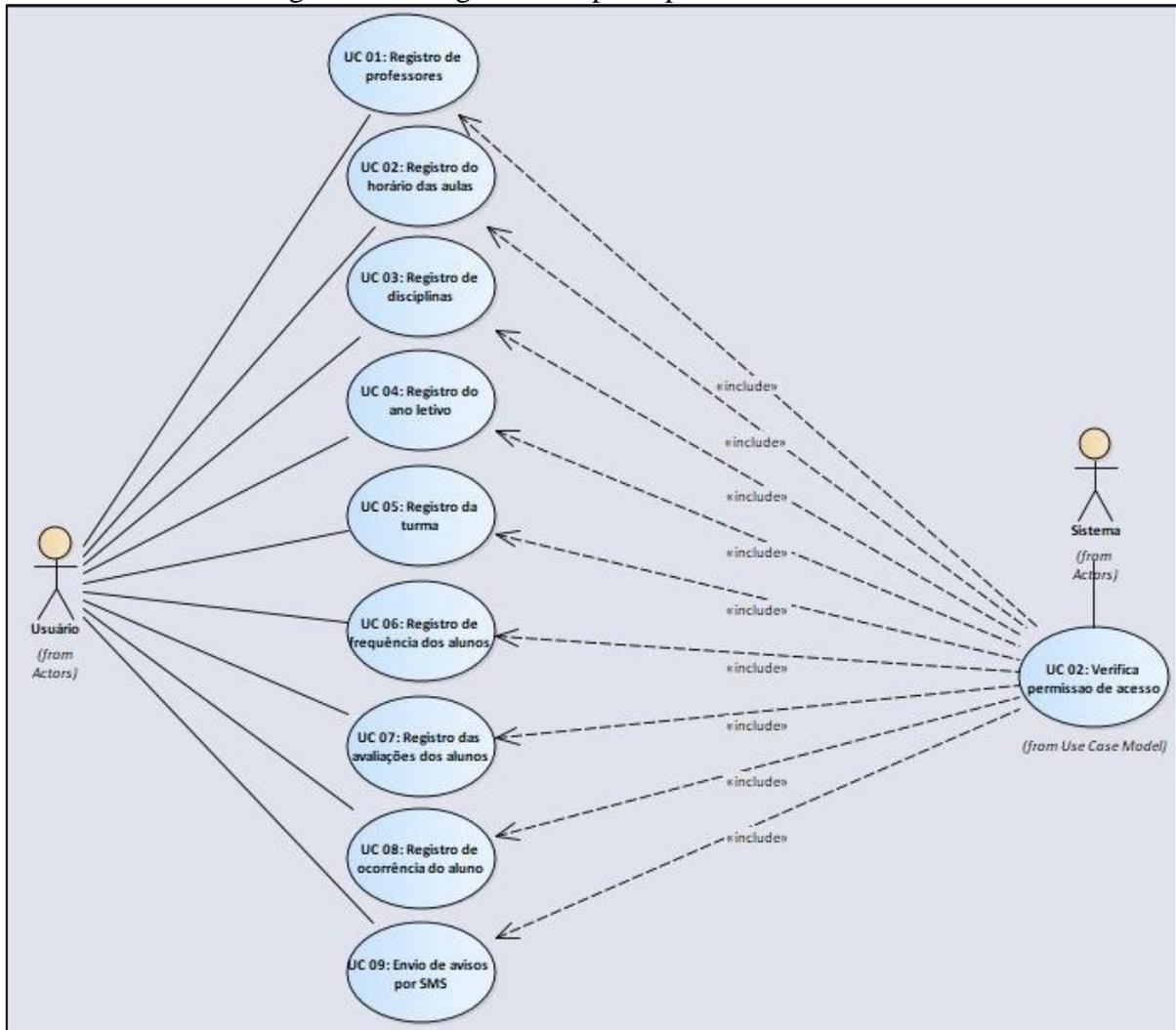
Figura 10 - Diagrama de uso do controle de acesso



Fonte: elaborado pelo autor.

O ator *Administrador* é responsável pelo processo de cadastro e controle de acesso dos demais usuários. É de acesso livre a qualquer usuário da aplicação a funcionalidade de troca de senha e preferência do usuário.

Figura 11 - Diagrama das principais funcionalidades

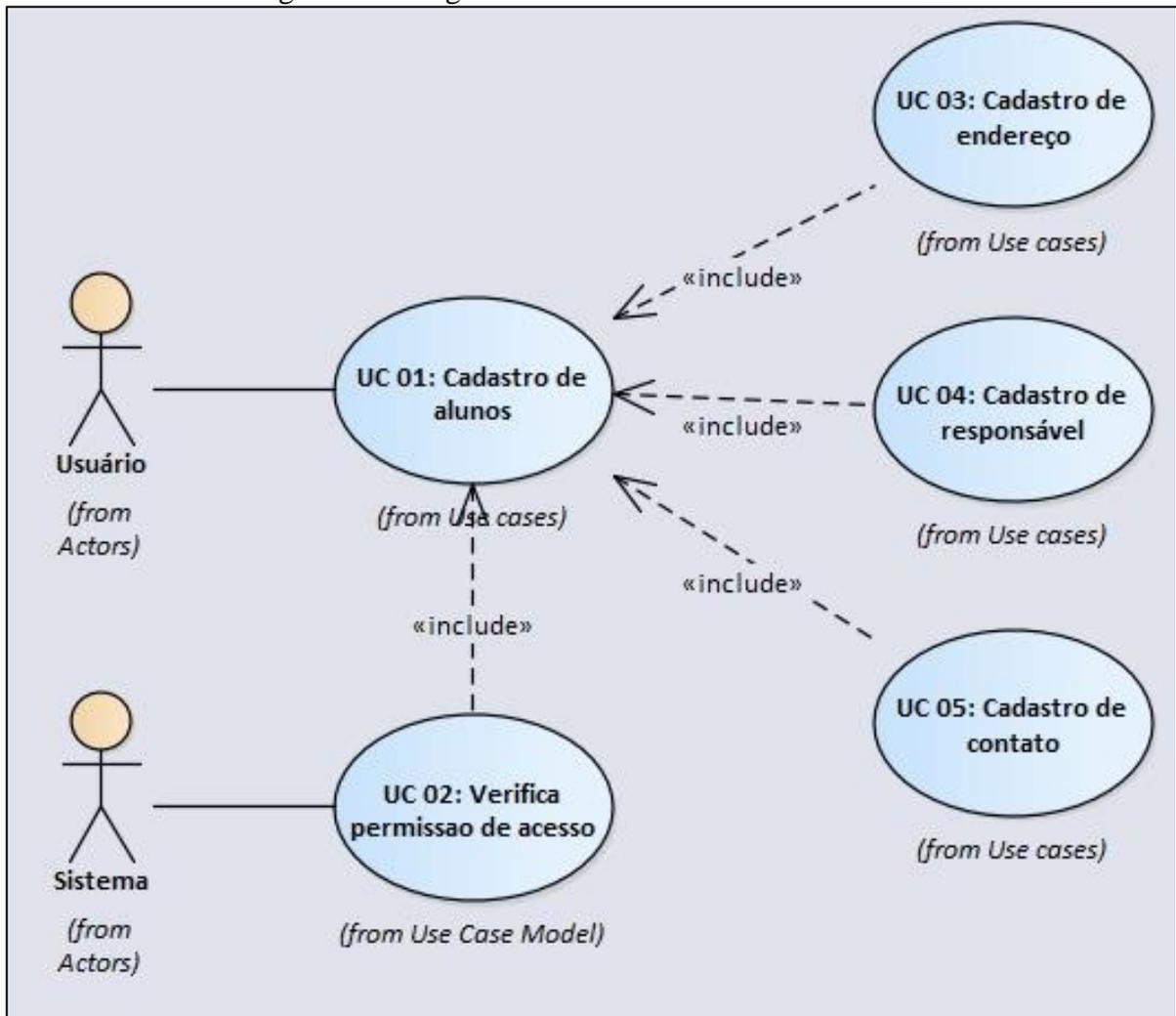


Fonte: elaborado pelo autor.

O ator *Usuário* possui seu acesso restrito as demais funcionalidades de acordo com as permissões concedidas e exemplificadas na Figura 10. Esse controle de acesso é de responsabilidade do ator *Sistema*.

A Figura 12 detalha a funcionalidade de cadastro de alunos, em que é de responsabilidade do ator *Usuário* o registro dos dados referentes ao aluno, endereço, responsável e dados de contato.

Figura 12 - Diagrama detalhado do cadastro de alunos

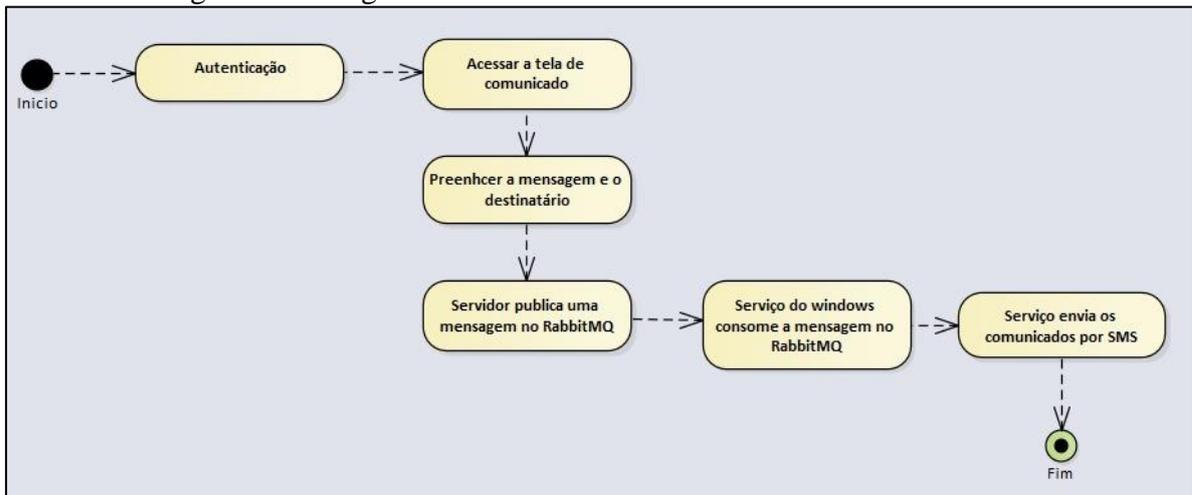


Fonte: elaborado pelo autor.

### 3.2.3 DIAGRAMA DE ATIVIDADE

A Figura 13 apresenta o diagrama de atividades da funcionalidade do envio de comunicados. Essa funcionalidade é considerada uma das principais do sistema, envolvendo a infraestrutura de mensageria AMQP e promovendo a integração dos responsáveis ao ambiente escolar.

Figura 13 - Diagrama de atividade do fluxo do envio de comunicados

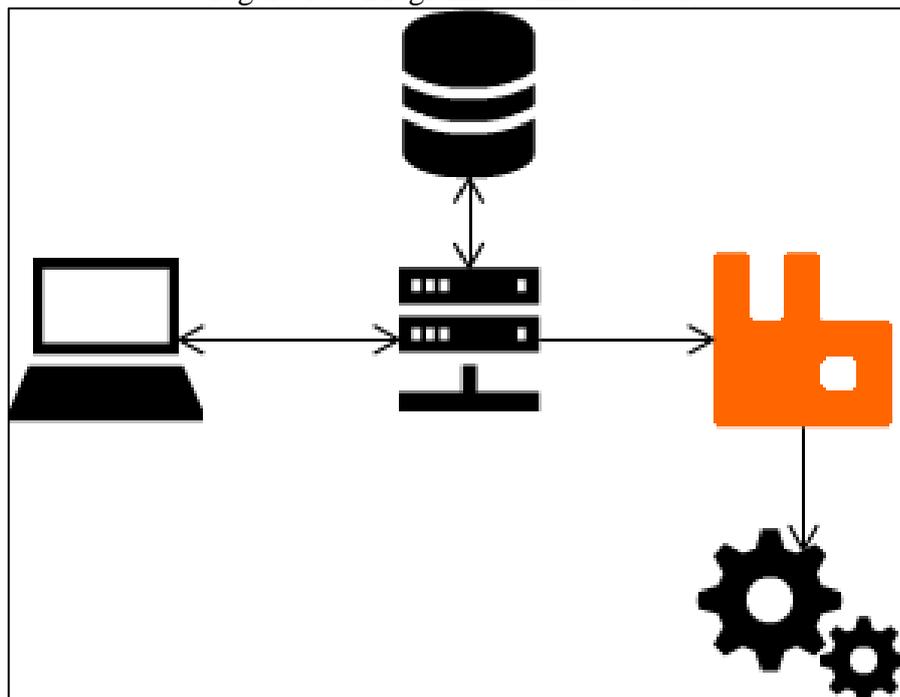


Fonte: elaborado pelo autor.

### 3.2.4 DIAGRAMA DE INFRAESTUTURA

A Figura 14 demonstra a representação da infraestrutura desenvolvida para a aplicação. O primeiro item da figura apresenta um dispositivo de interface com o usuário, podendo ser tanto um computador, quanto um dispositivo móvel. Este dispositivo é responsável por enviar e receber informações de um servidor web que está conectado ao banco de dados. O servidor web, além de acesso ao banco de dados, tem a responsabilidade de publicar mensagens no servidor do RabbitMQ que será consumida posteriormente pelo serviço do Windows também conectado ao mesmo.

Figura 14 - Diagrama da infraestrutura



Fonte: elaborado pelo autor.

### 3.3 IMPLEMENTAÇÃO

A seguir são evidenciadas as técnicas, ferramentas e a operacionalidade da implementação.

#### 3.3.1 TÉCNICAS E FERRAMENTAS UTILIZADAS

Para o desenvolvimento da aplicação utilizou-se a ferramenta Microsoft Visual Studio Community 2017 hospedando a aplicação no IIS versão 8.0. O aplicativo é inteiramente implementado utilizando a linguagem C#.NET na versão 4.6.1 do framework e utiliza as próprias bibliotecas ADO.NET na conexão com o banco Microsoft SQL Express 2017.

As funcionalidades web foram desenvolvidas utilizando a ferramenta ASP.NET Web API 5 para o servidor da aplicação com páginas estáticas no modelo Single-Page Application (SPA). Todas as interfaces usam a biblioteca Materialize 1.0.0-beta integrada ao jQuery 3.3.1 para a construção do layout. Os campos de mascaras do sistemas usam a biblioteca jQuery Mask 1.14.10 para sua formatação e são validados através da ferramenta FluentValidation 7.5.2. Por fim, utiliza-se da biblioteca SammyJS versão 0.7.6 para o roteamento das páginas web.

A aplicação executada como serviço do Windows conta com a biblioteca Topshelf 4.0.4 em sua construção e utiliza dos recursos de infraestrutura de mensageria através da ferramenta RabbitMQ versão 5.0.1 e MassTransit versão 5.1.0. A Figura 15 demonstra a inicialização da instância de mensageria utilizando ferramenta MassTransit. Para tal configuração, é necessário que seja informado o endereço do servidor RabbitMQ, o usuário e senha.

Figura 15 - Configuração da menageria MassTransit

```
mensageria = Bus.Factory.CreateUsingRabbitMq(x =>
{
    host = x.Host(new Uri(url), f =>
    {
        f.Username(usuario);
        f.Password(senha);
    });
});
```

Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 16 apresenta a implementação do registro de um consumidor. Através desta configuração é possível realizar o *binding* de um tipo de mensagem e definir a ação que será executada ao receber a mensagem na fila.

Figura 16 - Registro de consumidor

```

var queue = typeof(T).Name;
host.ConnectReceiveEndpoint(queue, x =>
{
    x.Handler<T>(f =>
    {
        return Task.Run(() => action(f.Message));
    });
});
});

```

Fonte: elaborado pelo autor.

A funcionalidade de envio de SMS provida por este serviço, utiliza a ferramenta Twilio versão 5.13.0. O uso desta ferramenta está relacionada a um consumidor registrado na fila de `ComunicadoMensagem` que ao receber a mensagem deste tipo, é consumida pela ação definida nesse consumidor, conforme Figura 17.

Figura 17 - Consumidor de ComunicadoMensagem

```

ProvedorMensageria.Instancia.RegistrarConsumidor<ComunicadoMensagem>(x =>
{
    try
    {
        TwilioClient.Init("AC3c2f9e8ca3c9c89bae87d6eed0ae33d", "4a84dca3e46c014f156c287ef5b8d7cf");

        MessageResource.Create(
            to: new PhoneNumber(x.Numero),
            from: new PhoneNumber("+12622143374"),
            body: x.Mensagem);

        Console.WriteLine($"Para: { x.Numero}/ Mensagem: { x.Mensagem}");
    }
    catch (Exception ex)
    {
        Console.WriteLine($"Erro ao enviar mensagem para: {x.Numero}/Mensagem: {x.Mensagem}/Erro: {ex}");
    }
});

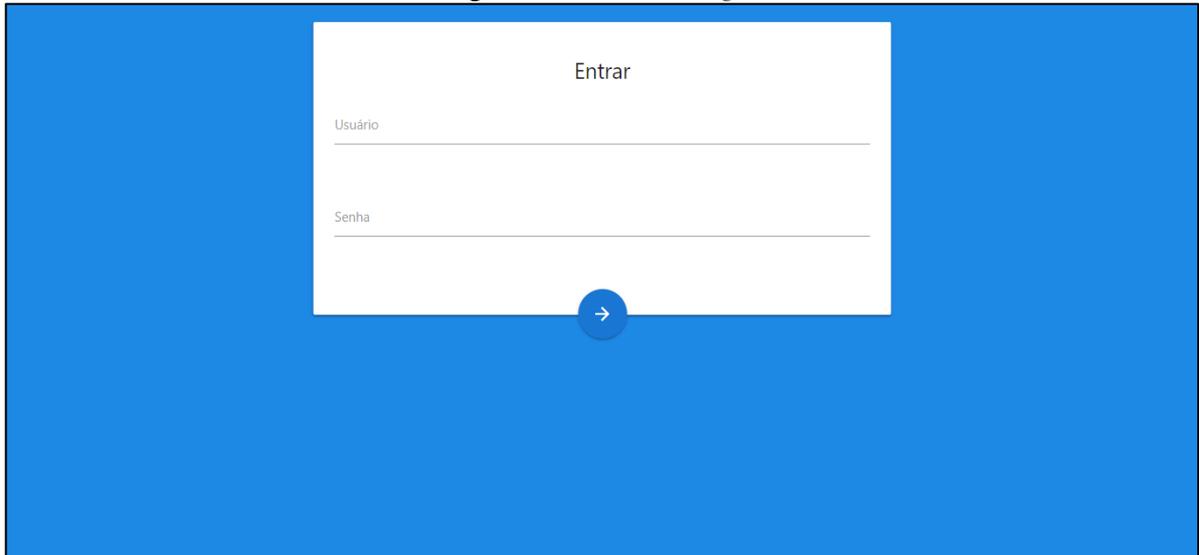
```

Fonte: elaborado pelo autor.

### 3.3.2 OPERACIONALIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO

Esta seção apresenta a operacionalidade das funcionalidades implementadas conforme descritas na seção 3.2.2.

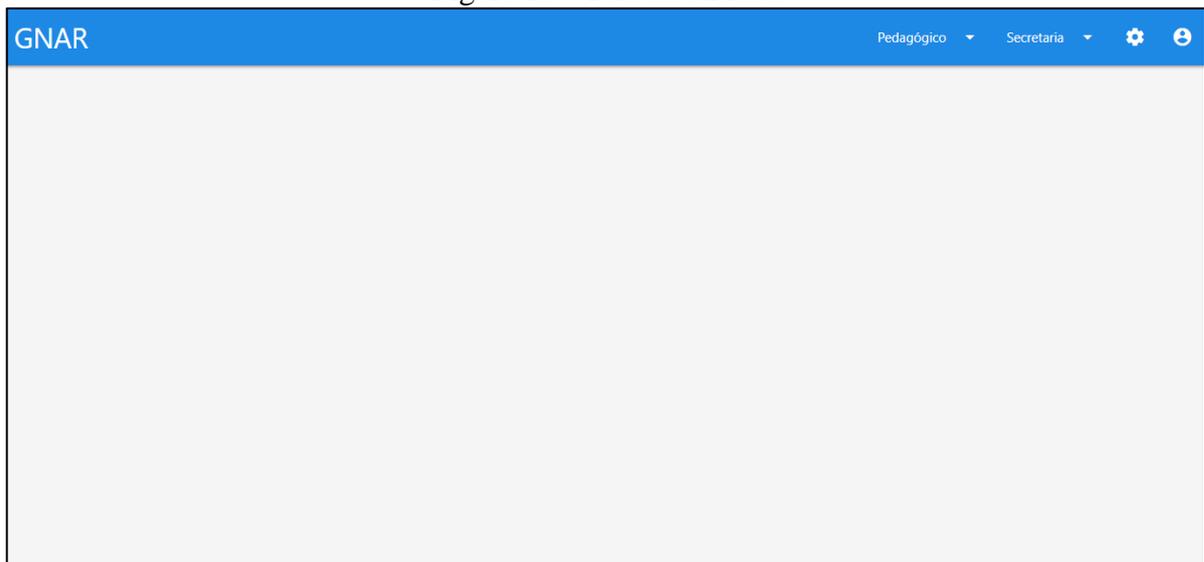
A Figura 18 apresenta a tela de *login* do sistema. A partir desta tela todos os usuários acessam a aplicação. O controle de acesso das funcionalidades é baseado nas credencias providas da autenticação.

Figura 18 - Tela de *login*A imagem mostra uma tela de login com um fundo azul sólido. No centro, há um formulário branco com o título "Entrar". Abaixo do título, há dois campos de entrada: "Usuário" e "Senha", cada um com uma linha de texto. Abaixo dos campos, há um botão circular azul com uma seta branca apontando para a direita.

Fonte: elaborado pelo autor.

Na Figura 19 mostra a representação da tela de entrada do sistema. O usuário será sempre redirecionado à ela após a autenticação no sistema. No canto superior direito da tela é possível navegar entre os menus de conteúdo *Pedagógico* e *Secretaria* e também acessar as telas de preferências do usuário e troca de senha conforme Figura 20. Para os usuários com perfil administrador, o ícone de configurações aparecerá entre os menus do sistema e o menu do usuário. Através dele é possível gerenciar os usuários cadastrados conforme mostrado na Figura 23.

Figura 19 - Tela de entrada



Fonte: elaborado pelo autor.

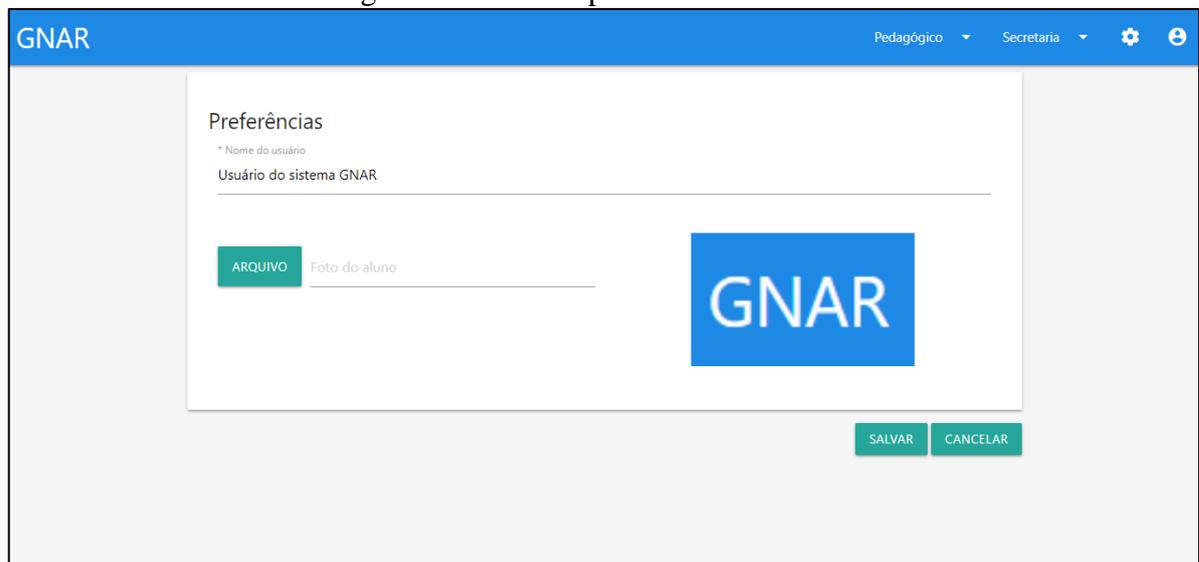
Figura 20 - Tela de menu do usuário



Fonte: elaborado pelo autor.

Através do menu do usuário é possível ter acesso a tela de preferências, representado pela Figura 21. Pode-se alterar o nome de apresentação do usuário e a imagem. Também é possível efetuar a troca da senha, conforme Figura 22.

Figura 21 - Tela de preferência do usuário



Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 22 - Tela de alteração de senha

Alterar senha

\* Senha atual

\* Nova senha

SALVAR CANCELAR

Fonte: elaborado pelo autor.

Através da tela de listagem dos usuários, apresentado pela Figura 23, é possível editar ou adicionar um novo usuário bem como seus níveis de acesso, conforme apresenta a Figura 24.

Figura 23 - Tela de listagem dos usuários

	Usuário	Nome	Administrador	
1	usuario1	Usuário 1	Não	
2	adm	Administrador	Sim	
3	sa	sa	Sim	
4	usuario2	Usuário 2	Não	

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 24 - Tela de cadastro do usuário

**Usuário**

\* Login \_\_\_\_\_ \* Nome do usuário \_\_\_\_\_

\* Senha \_\_\_\_\_  Administrador

**Permissões**

Módulo	
1 Pedagógico	<input type="checkbox"/> Ocorrência <input type="checkbox"/> Diários on-line <input type="checkbox"/> Conselhos de classe <input type="checkbox"/> Comunicado
2 Secretaria	<input type="checkbox"/> Turmas <input type="checkbox"/> Professores <input type="checkbox"/> Disciplinas <input type="checkbox"/> Anos letivos <input type="checkbox"/> Alunos

SALVAR CANCELAR

Fonte: elaborado pelo autor.

No menu *Secretaria* é possível acessar as funcionalidades de registro de alunos, anos letivos, disciplinas, professores e turmas. Todas as telas acessadas através do menu do sistema levam inicialmente a listagem do conteúdo específico e essas telas seguem sempre o mesmo padrão conforme Figura 25.

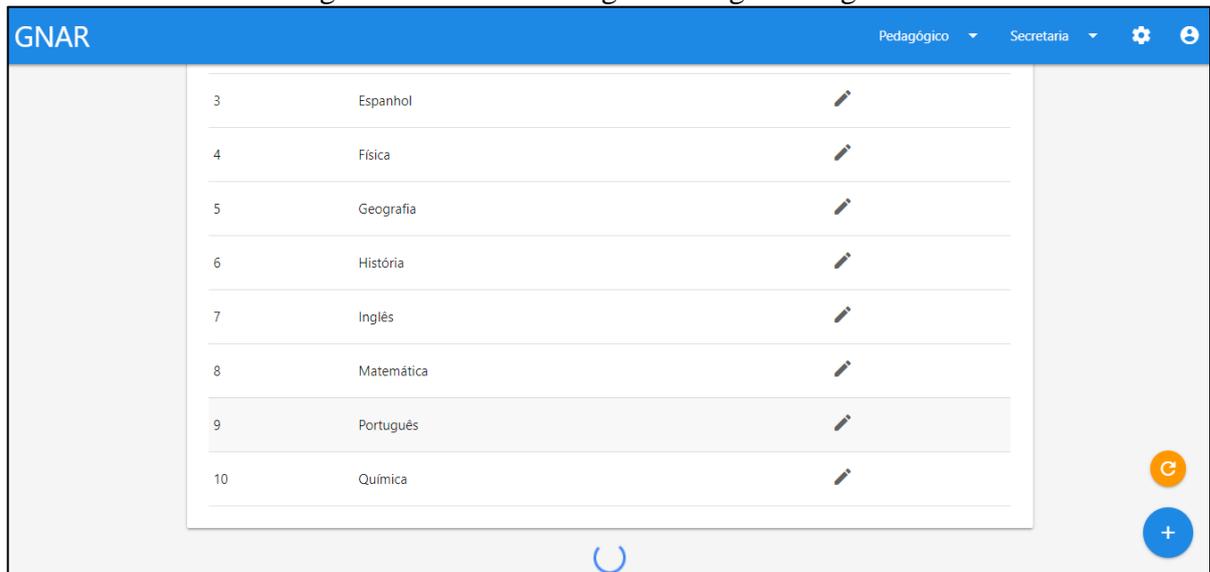
Figura 25 - Tela de listagem de disciplinas

Disciplina		
1	Artes	
2	Ed. Física	
3	Espanhol	
4	Física	
5	Geografia	
6	História	
7	Inglês	
8	Matemática	
9	Português	
10	Química	
11	Religião	

Fonte: elaborado pelo autor.

Através da tela de listagem é possível inserir um novo registro do conteúdo em questão ou editar um conteúdo apresentado. Também há a possibilidade de atualizar a página para que os dados sejam recarregados.

Figura 26 - Tela de listagem carregando registros



Fonte: elaborado pelo autor.

Visando atender um grande volume de dados, a tela de listagem ainda conta com uma paginação infinita sempre o *scroll* atingir o limite inferior da página. Os registros são carregados sempre de 10 (dez) em 10 (dez), apresentando uma ampulheta centralizada no rodapé até que os dados sejam carregados.

Ao editar ou adicionar um novo registro, o usuário é redirecionado a tela de cadastro do item desejado. Assim como a tela de listagem, as telas de cadastro também seguem um padrão com poucas variações entre elas, conforme Figura 27.

Figura 27 - Tela de cadastro de professor

**Dados do professor**

\* Nome  \* Sobrenome

\* Genero  \* Data de nascimento

**Informações de contato**

1

[+ ADICIONAR MAIS CONTATOS](#)

[SALVAR](#) [CANCELAR](#)

Fonte: elaborado pelo autor.

Todas as telas de cadastro possuem dois botões no canto inferior direito, o botão de **SALVAR** que envia as informações para o servidor e o botão de **CANCELAR** que redireciona o

usuário para a tela de listagem. O feedback das operações para o usuário é sempre muito importante e devem ser notificadas como:

- a) validações de formulários
- b) resultados de operações
- c) restrições de acesso

Sempre que ocorrer validação nos campos e a tela tiver barra de rolagem, o scroll da tela indicará o primeiro campo com erro. Este comportamento visa deixar aparente os campos com falhas, conforme Figura 28.

Figura 28 - Validação de formulário

GNAR

Pedagógico Secretaria

### Dados do professor

\* Nome  
O nome do professor deve ser informado.

\* Sobrenome  
O sobrenome do professor deve ser informado.

\* Gênero  
Masculino

\* Data de nascimento  
A data de nascimento do professor deve ser informada.

### Informações de contato

1 Telefone

Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 29 - Diálogo de confirmação

GNAR

Pedagógico Secretaria

?

Você realmente deseja sair sem salvar?

SIM NÃO

Informações de contato

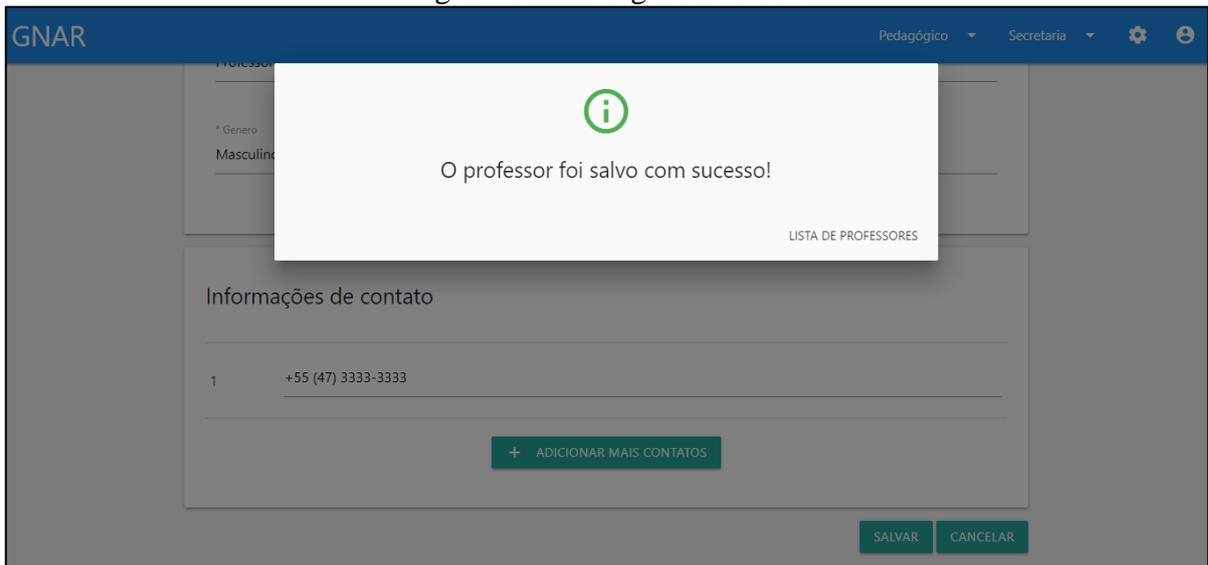
1 Telefone

+ ADICIONAR MAIS CONTATOS

SALVAR CANCELAR

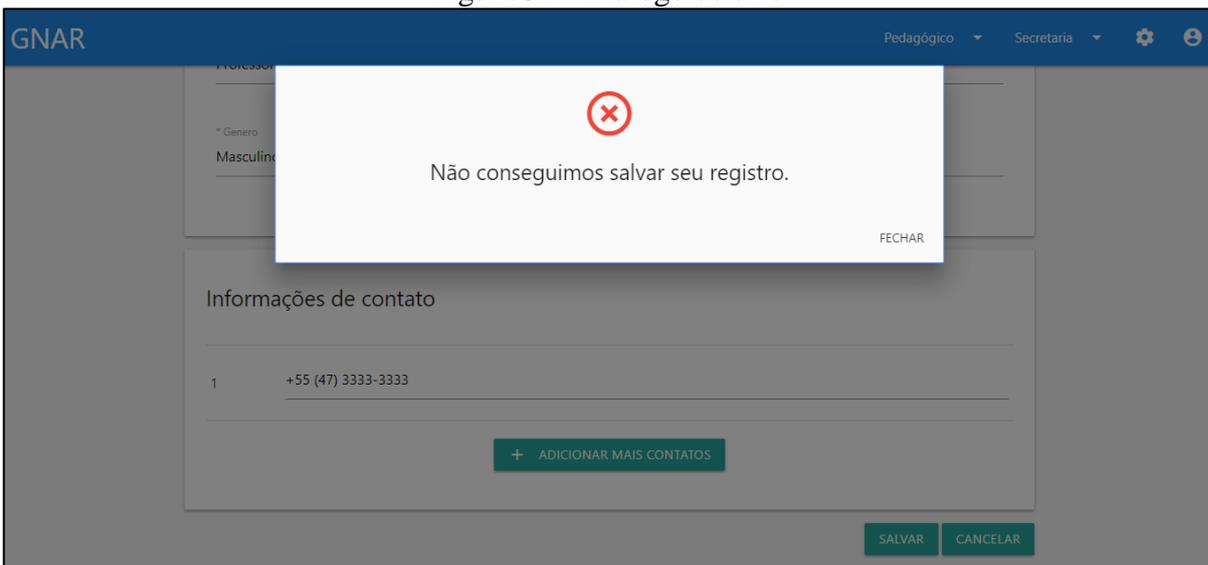
Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 30 - Diálogo de sucesso



Fonte: elaborado pelo autor.

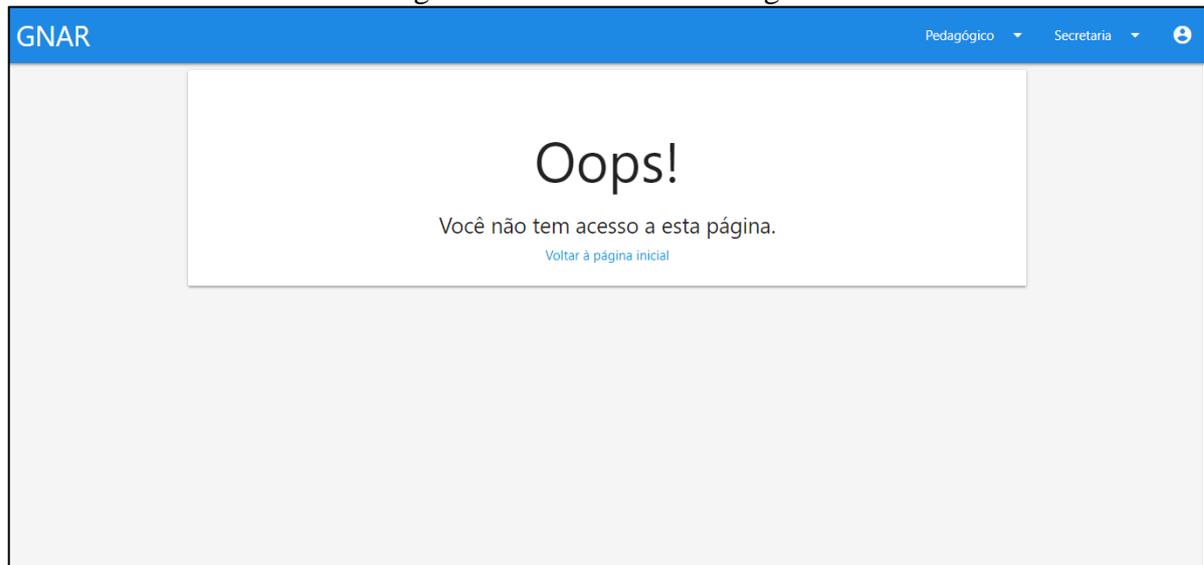
Figura 31 - Diálogo de erro



Fonte: elaborado pelo autor.

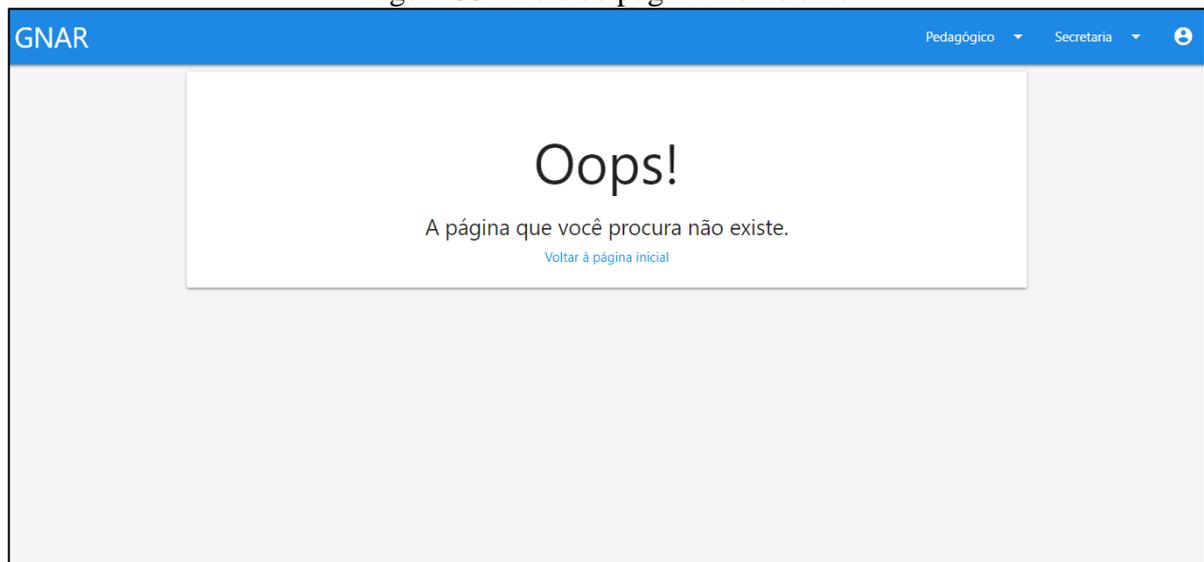
O sistema ainda prevê comportamentos como acesso de páginas inexistentes e acesso não permitido a determinada funcionalidade. Para ambos os casos, o sistema é responsável por notificar o usuário e redirecioná-lo para a página inicial conforme Figura 32 e Figura 33.

Figura 32 - Tela de acesso negado



Fonte: elaborado pelo autor.

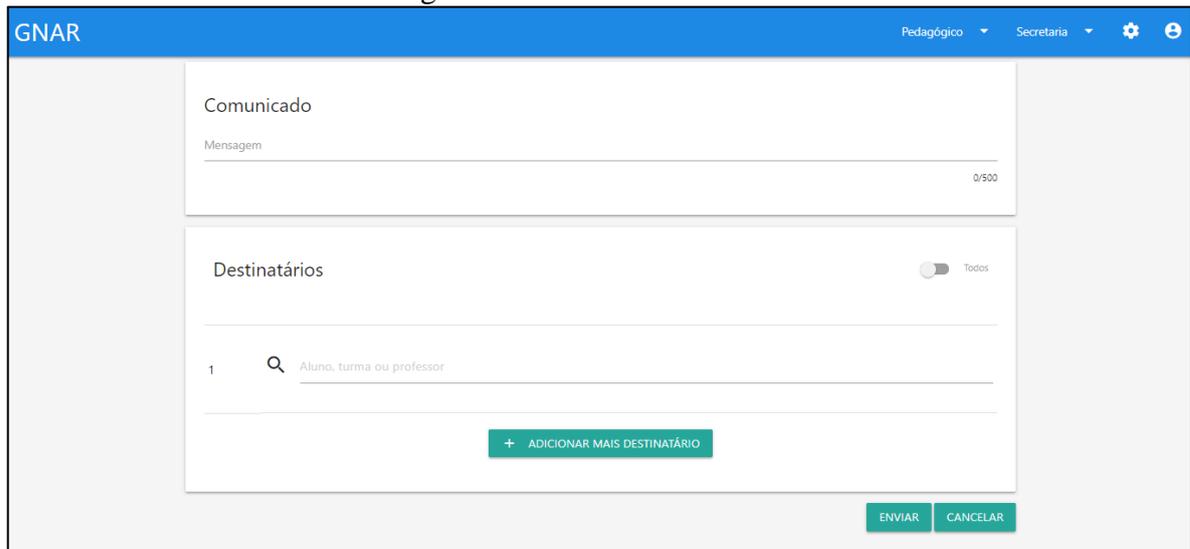
Figura 33 - Tela de página inexistente



Fonte: elaborado pelo autor.

As funcionalidades principais do sistema concentram-se no menu `Pedagógico`. Através dele é possível acessar as páginas de comunicado, conselho de classe, diário online e registro de ocorrências.

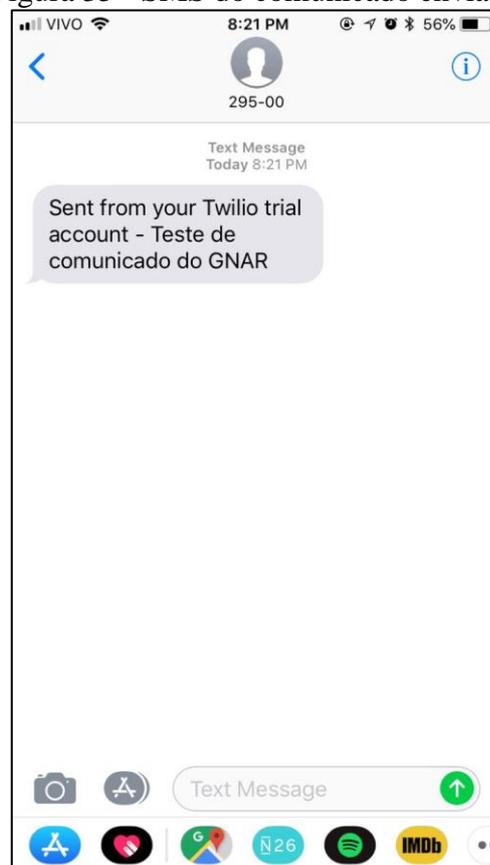
Figura 34 - Tela de comunicado



Fonte: elaborado pelo autor.

Através da tela de comunicado, representado pela Figura 34, o usuário pode enviar SMS para os responsáveis do aluno, para o professor, para toda a turma ou até mesmo para todos cadastrados no sistema. Ao clicar no botão ENVIAR, o servidor publica uma mensagem na fila ComunicadoMensagem no RabbitMQ o qual será consumida pelo serviço do Windows enviando o comunicado para os telefones cadastrados, conforme Figura 35.

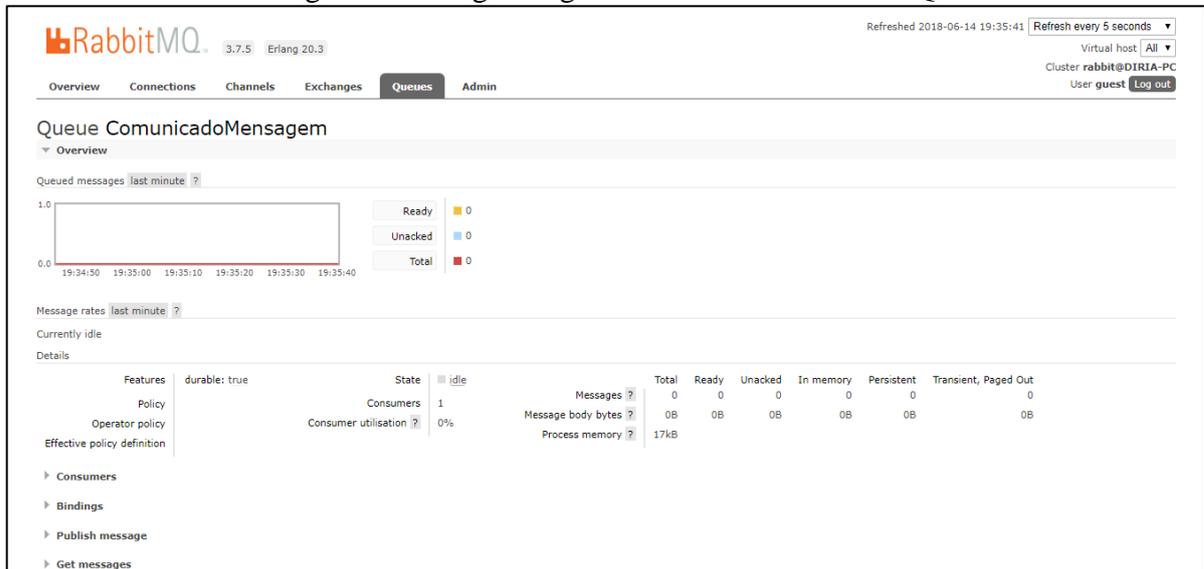
Figura 35 - SMS do comunicado enviado



Fonte: elaborado pelo autor.

Todo o rastreamento de filas, consumidores, fluxo de mensagens e o gerenciamento da infraestrutura da mensageria pode ser feito através do *plugin* do RabbitMQ demonstrado na Figura 36.

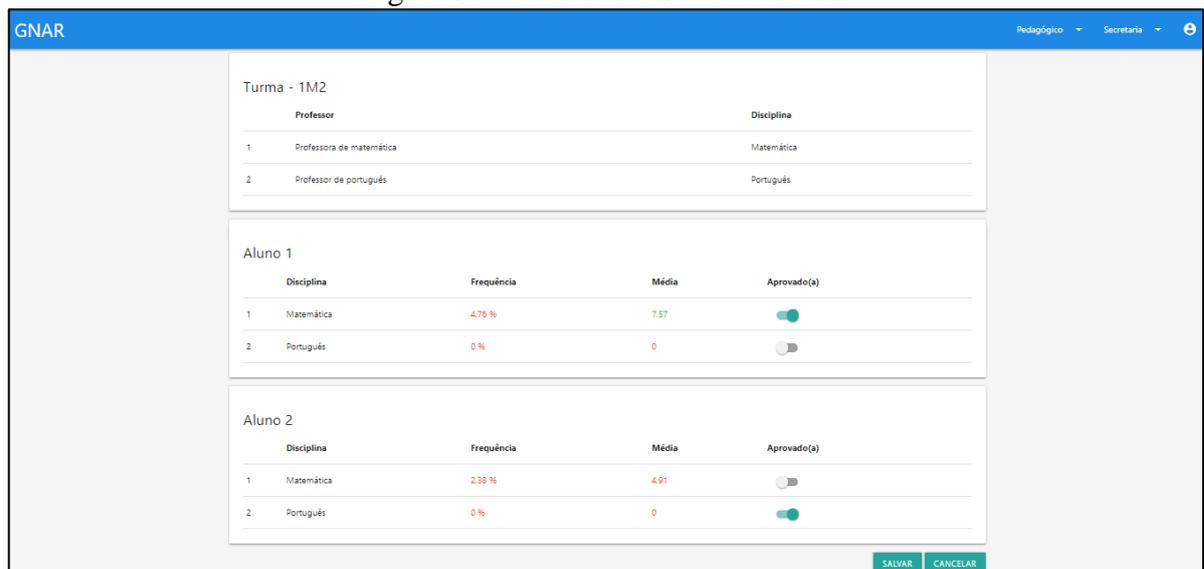
Figura 36 - Plugin de gerenciamento do RabbitMQ



Fonte: elaborado pelo autor.

Já a funcionalidade do conselho de classe representada pela Figura 37 conta com a listagem dos professores e alunos de uma determinada turma. Esta tela demonstra dois indicadores, o de nota e de média. Se o aluno tiver a média inferior a 6.0 o campo terá coloração avermelhada, caso contrário terá coloração esverdeada. O mesmo comportamento segue para as frequências, cujo parâmetro é de no mínimo 75% de presença para aprovação. Também é possível que aprove ou reprove o aluno manualmente marcando a opção de *Aprovado(a)*.

Figura 37 - Tela de conselho de classe



Fonte: elaborado pelo autor.

As notas e frequências de cada aluno podem ser lançadas através da tela do diário online demonstrado pela Figura 38. Nela é possível adicionar avaliações e notas para cada avaliação realizada à turma.

Figura 38 - Tela do diário online

The screenshot shows the 'GNAR' online diary interface. It features a blue header with the logo and user roles 'Pedagógico' and 'Secretaria'. The main content is divided into three sections:

- Frequência:** A table with columns for dates (from 19/02/18 to 09/04/18) and rows for students. The first student, 'Aluno 1', has green checkmarks in all frequency cells, indicating attendance.
- Atividades:** A section for recording activities. It shows a table with columns for 'Atividade', 'Nota', and 'Data'. The first entry is 'N1' with a grade of '0,6'. A green button '+ ADICIONAR ATIVIDADES' is visible below the table.
- Notas:** A section for recording grades. It shows a table with columns for 'Aluno', 'Nota', and 'Data'. The first entry is 'Aluno 1' with a grade of '10'.

Fonte: elaborado pelo autor.

Por fim, a última funcionalidade do menu é a de ocorrência. Através dela o usuário pode registrar o andamento do aluno na instituição e anexar arquivos a estas ocorrências compondo assim ao histórico escolar.

Figura 39 - Tela de ocorrência pedagógica

The screenshot shows the 'GNAR' interface for recording pedagogical occurrences. It features a blue header with the logo and user roles 'Pedagógico' and 'Secretaria'. The main content is divided into three sections:

- Aluno:** A search bar with the name 'Bruno Curbanli Goettmann' entered.
- Ocorrência:** A section for recording occurrences. It shows a table with columns for 'Data', 'Descrição', and 'Arquivo'. The first entry is dated '14/06/2018' and has a green button 'ARQUIVO' next to it.
- Historical Occurrences:** A list of previous occurrences with dates: '28/12/2018', '01/06/2018', '01/06/2018', and '01/06/2018'.

At the bottom right, there are two buttons: 'SALVAR' and 'CANCELAR'.

Fonte: elaborado pelo autor.

### 3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

No item 2.4 foram apresentados três trabalhos correlatos. A relação entre eles e o trabalho desenvolvido são:

- a) em Brune (2007), o trabalho dá enfoque na aplicação do uso do banco de dados objeto relacional Caché para um sistema de gestão escolar em uma instituição de ensino na cidade de Gaspar. Seu trabalho foi bem amplo e abrangeu quase todos os pilares da gerência escolar, com exceção do acompanhamento pedagógico, diário eletrônico e envio de comunicado aos pais e professores. Também seu trabalho há algumas limitações por se tratar de uma aplicação desktop, o qual não permite acesso por dispositivos remotos e tampouco possui leiaute responsivo para adaptabilidade nas diversas resoluções de telas presentes no mercado;
- b) em Correia (2013), o trabalho tem como foco apenas a construção de grade horária escolar usando com base em algoritmos genéticos. Diferentemente do trabalho de Brune (2007), Correia (2013) desenvolveu um sistema web facilitando já assim o uso do sistema, porém limitou-se apenas a geração do horário escolar seguindo as restrições e parametrizações do sistema;
- c) em Possamai (2016), o trabalho teve um foco mais pedagógico, integrando funcionalidade de reconhecimento de voz para o lançamento de notas em um sistema de mercado da Edusoft (2012). Assim como de Correia (2013), ambos os sistemas são na plataforma web e desenvolvidos utilizando a linguagem Java, porém nenhum dos dois abordaram as demais funcionalidades de um módulo de gestão pedagógica.

De um modo geral, o trabalho desenvolvido une algumas das funcionalidades apresentadas e agrega outras como envio de avisos por SMS e cadastro de ocorrências escolares. A união dessas funcionalidades em um ambiente web, com leiaute atualizado e com conceitos modernos como distribuição do processamento em múltiplos serviços através de padrões publish/subscribe e aplicação single-page application fez com que este trabalho adequasse as necessidades presentes no ambiente escolar.

A escolha por utilizar o banco de dados MSSQL surgiu da facilidade de integração das ferramentas dentro do próprio ambiente Microsoft, juntamente com a hospedagem da aplicação web no IIS. Para a construção do leiaute a escolha da ferramenta Materialize se deu por trazer referências na usabilidade já presente em muitos dispositivos móveis que utilizam o sistema Android ou ao ambiente Google. A ferramenta Twilio foi utilizada com o intuito de enviar de forma prática SMS a determinados usuários, uma vez que o uso de dispositivos móveis tem aumentado consideravelmente nos últimos anos. Por fim, o uso da mensageria AMQP através da ferramenta MassTransit foi essencial para demonstrar a viabilidade de escalonamento da aplicação por processos utilizando padrões de projeto como publish/subscribe.

## 4 CONCLUSÕES

Todos os 4 objetivos do trabalho foram alcançados. O primeiro compreendeu o módulo de registro de alunos, professores, disciplinas e turmas. O segundo compreendeu o registro de notas e frequências. O terceiro compreendeu o módulo de aviso para notificar professores e responsáveis. E por fim, o quarto objetivo específico envolveu o cadastro de grade horária, conselho de classe e ocorrências para o acompanhamento do histórico escolar. Sobre tudo, todos os objetivos foram alcançados através do embasamento teórico sobre gestão pedagógica escolar, usabilidade e conceitos sobre padrões de desenvolvimento publish/subscribe utilizando protocolo AMQP.

O uso da biblioteca Twilio garantiu que pudesse ser realizado o envio de avisos por SMS. Porém, por se tratar de uma biblioteca proprietária, seu uso é limitado em 1 (um) único número telefônico de destino em fase de teste.

A abordagem do uso de mensageria AMQP possibilitou a distribuição do processamento em múltiplos serviços. Essa técnica é utilizada em aplicações que necessitam de alto desempenho e desacopla os processos facilitando manutenções e escalabilidade da aplicação. Em seu uso, utilizou-se a ferramenta MassTransit para a integração de mensagens ao RabbitMQ. Esta ferramenta possibilita também o uso de outros tipos de mensageria, como o Azure Bus e distribuição em memória.

No mais, a aplicação ainda há limitações de customização e controle de múltiplas unidades escolares visando o uso em um ambiente distribuído, ou seja, onde possa integrar múltiplas unidades escolares dentro de uma mesma infraestrutura de aplicação. A limitação também abrange a ausência de relatórios e *dashboards* podendo prejudicar uma visão analítica da gestão escolar.

### 4.1 EXTENSÕES

A partir desse trabalho de conclusão de curso pode-se aprofundar em pesquisas e estudos para a elaboração de um ambiente virtual que integra o aluno a didática escolar utilizando o desenvolvimento móvel.

Pode-se ainda desenvolver módulos financeiros que controle o pagamento de material, taxas e matrículas. Ou até mesmo um módulo de gestão interno para controle de materiais, livros e recursos relacionados a administração escolar.

Por fim, pode-se construir uma funcionalidade de *streaming* para a disponibilidade de aulas e atividades online.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; MORAN, José Manuel. **Integração das tecnologias na educação: salto para o futuro**. Brasília: Ministério da Educação, 2005. 204 p.
- ARAÚJO, Virgínia Maria; COTA, Manuel Pérez. **REVISTA IBÉRICA DE SISTEMAS E TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO: Software como um Serviço: uma visão holística**. Oeiras, Portugal: Risti, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.mec.pt/pdf/rist/n19/n19a12.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2018.
- BANAVAR, Guruduth et al. **An efficient multicast protocol for content-based publish-subscribe systems**. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON DISTRIBUTED COMPUTING SYSTEMS, 19, 1999, Estados Unidos. [s. L.]: IEEE, 2002. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/776528/>>. Acesso em: 08 abr. 2018.
- BIANCHETTI, Lucídio. **Da chave de fenda ao laptop: Tecnologia digital e novas qualificações: desafios à educação**. Uberlândia: Editora Vozes, 2001, 254 p.
- BRUNE, Juliano Walter. **Sistema de gestão escolar objeto-relacional utilizando banco de dados cachê**. 2007.65 f, il. Trabalho de Conclusão de Curso - (Graduação em Ciências da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2007. Disponível em: <[http://www.bc.furb.br/docs/MO/2008/329182\\_1\\_1.pdf](http://www.bc.furb.br/docs/MO/2008/329182_1_1.pdf)>. Acesso em: 16 jun. 2018.
- CETIC.BR. **Educação e tecnologias no brasil: um estudo de caso longitudinal sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação em 12 escolas públicas**. São Paulo: Comitê Gestor de Internet do Brasil, 2016. Disponível em: <<http://cetic.br/media/docs/publicacoes/7/EstudoSetorialNICbrTICEducacao.pdf>>. Acesso em: 7 set. 2017.
- CORREIA, Rodrigo. **Sistema gerador de grade horária de professores usando algoritmos genéticos**. 2013. 65 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2013. Disponível em: <[http://www.bc.furb.br/docs/MO/2013/353691\\_1\\_1.PDF](http://www.bc.furb.br/docs/MO/2013/353691_1_1.PDF)>. Acesso em: 16 jun. 2018.
- CYBIS, Walter Otto; BETIOL, Adriana Holtz; FAUST, Richard. **Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Novatec, 2010. 422 p, il.
- DOBBELAERE, Phillippe; ESMAILI, Kyumars Sheykh. **Kafka versus RabbitMQ**. 2017. Disponível em: <<https://arxiv.org/pdf/1709.00333.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2018.
- HATCH, Mary Jo. **Organization theory**. Oxford University Press, 1997.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO/IEC 19464: Information technology -- Advanced Message Queuing Protocol (AMQP) v1.0 specification**. [s. L.]: Iso, 2014.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 9241-1: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 1: General Introduction**. [s. L.]: Iso, 1997
- KRUG, Steve. **Não me faça pensar - atualizado: uma abordagem de bom senso à usabilidade web e mobile**. 1. ed. Rio de Janeiro (RJ): Alta Books, 2014. 198 p. : il.
- MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T. (Marcos Tarcísio); BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 21. ed. Campinas, SP: Papirus, c2013. 171 p. (Coleção Papirus educação).

NIELSEN, Jakob; LORANGER, Hoa. **Usabilidade na Web: projetando websites com qualidade**. Rio de Janeiro : Elsevier, 2007. xxiv, 406 p, il.

POSSAMAI, Adrian Regueira. **Protótipo para lançamento de notas acadêmicas utilizando reconhecimento de voz**. 2016. 53 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Sistemas de Informação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2016. Disponível em: <[http://www.bc.furb.br/docs/MO/2016/363318\\_1\\_1.pdf](http://www.bc.furb.br/docs/MO/2016/363318_1_1.pdf)>. Acesso em: 16 jun. 2018.

RAJKUMAR, Raj; GAGLIARDI, Miriam; SHA, Lui. **The real-time publisher/subscriber inter-process communication model for distributed real-time systems: design and implementation**: Design and Implementation. In: PROCEEDINGS REAL-TIME TECHNOLOGY AND APPLICATIONS SYMPOSIUM, 1995, Estados Unidos. [s. L.]: IEEE, 2002. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/516203/>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

RAMOS, Daniela Karine; SEGUNDO, Fabio Rafael (Orgs.). **Tecnologias, participação e aprendizagem**: contribuições à gestão democrática e ao fortalecimento dos Conselhos Escolares. Florianópolis: Saberes em diálogo, 2016. 164 p. il.

VIEIRA, Alexandre Thomaz; ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; ALONSO, Myrtes. **Gestão educacional e tecnologia**. Avercamp, 2003, São Paulo. 163 p, il.