



Universidade Federal
do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIA SMART CARD E RFID NO AMBIENTE UNIVERSITÁRIO

João Marcos Ayrolla Navega Chagas
Julia Silva Pimentel

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientadores: Eduardo Galvão Moura
Jardim
Maria Alice Ferruccio da Rocha

Rio de Janeiro
Setembro de 2017

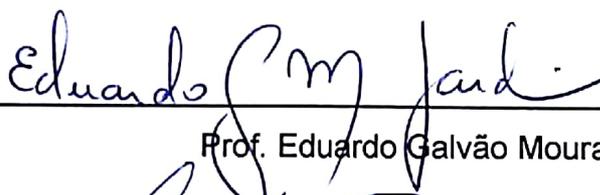
APLICAÇÃO DE TECNOLOGIA SMART CARD E RFID NO AMBIENTE UNIVERSITÁRIO

João Marcos Ayrolla Navega Chagas

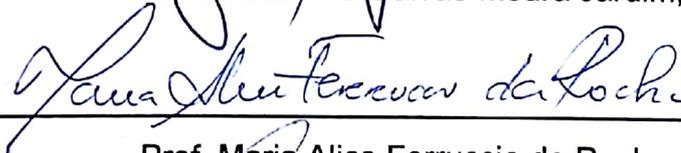
Julia Silva Pimentel

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO.

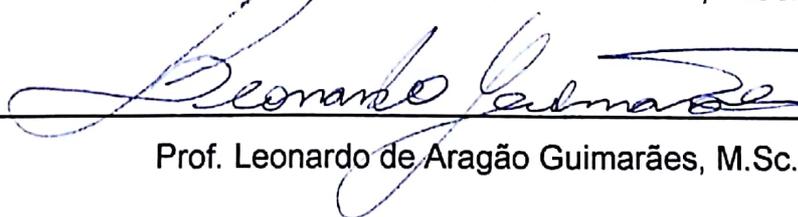
Examinado por:



Prof. Eduardo Galvão Moura Jardim, PhD.



Prof. Maria Alice Ferruccio da Rocha, D.Sc.



Prof. Leonardo de Aragão Guimarães, M.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

SETEMBRO DE 2017

Chagas, João Maros Ayrolla Navega
Pimentel, Julia Silva

Aplicação de tecnologia smart card e RFID no ambiente
universitário / João Marcos Ayrolla Navega Chagas e Julia da Silva
Pimentel – Rio de Janeiro:

UFRJ/ Escola Politécnica, 2017.

XIII, 94 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Eduardo Galvão Moura Jardim

Coorientador: Maria Alice Ferruccio da Rocha

Projeto de Graduação – UFRJ/ POLI/ Curso de Engenharia
de Produção, 2017.

Referências Bibliográficas: p. 77-79.

1. Carteira estudantil. 2. Smart Card. 3. Tecnologia RFID. 4.
Universidade.

I. Jardim, Eduardo Galvão Moura II. Rocha, Maria Alice

Ferruccio da III. Universidade Federal do Rio de Janeiro,
UFRJ,

Curso de Engenharia de Produção. IIII. Aplicação de
tecnologia smart card e RFID no ambiente universitário

Agradecimentos

João Marcos Navega

Os agradecimentos aqui presentes não se direcionam especificamente àqueles que contribuíram apenas para a realização desta monografia, mas também para todos aqueles que de alguma forma foram importantes na minha formação no curso de Engenharia de Produção.

Primeiramente, agradeço a Deus! A ele toda honra e toda glória. Agradeço por todo auxílio e por ter estado junto comigo ao longo de toda a minha vida, me dando saúde, inteligência, capacidade e força para a conclusão de minha faculdade. Agradeço por todos os livramentos em cima da moto ao longo desses anos, os que eu tenho ciência e os que não.

À minha amada mãe Eliane, que a cada dia antes de eu sair para faculdade fazia questão de acordar para orar comigo. Que foi amável, auxiliadora, protetora, carinhosa e sempre me incentivou a estudar e buscar me capacitar. Que sempre me ligou após cada prova unificada preocupada e esperançosa.

À meu pai, que apesar das minhas falhas sempre me amou. Por ser um exemplo em tudo que faz e por sempre me incentivar a melhorar. Por ser uma das pessoas mais sábias e inteligentes que eu conheço

À Nathan por sempre salvar.

À todos os meus familiares: primos e primas, tios e tias e meus queridos avós; pelo constante apoio. Todos de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Aos amigos feitos na faculdade, em especial: Julia Pimentel, companheira do projeto de graduação e grande amiga. À Túlio Martins, Yasser Said, Marcelo Weiler pelos momentos de riso e descontração em um ambiente tão estressante. Agradeço aos que de alguma forma me auxiliaram na aprovação de matérias e por tornarem esses cinco anos mais leves e divertidos.

Aos amigos Matheus Mendes Costa, Tito Vianna, Carlos Vianna, Alan “bida” e Yan Nascimento por sempre estarem presentes. À Joyce Peclat pelo tempo vivido.

Aos professores da Universidade Federal do Rio de Janeiro, que sempre estavam dispostos a ensinar. Em especial a professora Maria Alice Ferruccio que sempre me auxiliou em todos esses anos e ao ilustre professor Luís Antônio Meirelles que tinha prazer em ensinar e me ensinou o conceito de “óbvio depois de dito”.

Aos “peida”.

E por fim, a todos que não foram especificamente citados anteriormente, mais que fizeram parte e possibilitaram a minha formação e a realização deste trabalho.

Agradecimentos

Julia Pimentel

Gostaria de deixar aqui os meus agradecimentos a todos que fizeram dessa jornada um caminho mais prazeroso.

Primeiramente aos meus pais Márcia e Rogério, por confiarem em mim e por sempre participar ativamente de todas as etapas da minha vida, tanto acadêmicas quanto pessoais. Obrigada por sempre me apoiar e me incentivar. Eu não seria quem eu sou hoje sem vocês. É com vocês que quero compartilhar todas as minhas próximas etapas. Agradeço também à minha irmã Joanna, pela paciência, carinho e amor inesgotáveis. Obrigada por me tornar cada vez uma pessoa mais empática. Você é a minha melhor pessoa do mundo.

Aos amigos que fiz na faculdade mas que levarei para a vida, agradeço à Joana Mendes pela companhia incansável durante esses 6 anos e à inspiradora Bianca Nassif, por sempre me mostrar que sonhos são possíveis. Obrigada por ser um “trampolim”, eu sou uma pessoa melhor porque você existe. Agradeço também ao meu companheiro neste trabalho João Marcos, por aturar os meus estresses. Obrigada pelas caronas, pelas praias, pelos chocolates, e por me mostrar que ser do tipo de pessoa que “transborda” vale a pena. E, ainda, ao grupo de caronas Fundão – RO, pelos bons amigos que fiz, por compartilharem da mesma dor e tornarem as horas de trânsito mais agradáveis.

Agradeço também à todos os professores do departamento de Engenharia Industrial, em especial à professora Maria Alice Ferruccio, por ser uma “mãe” para todos os seus alunos. Obrigada pelos ensinamentos, pelo carinho e disponibilidade de sempre. O mundo precisa de mais professores como você. Ao professor Eduardo Jardim, por acreditar no potencial do projeto. Obrigada pelas orientações precisas e esclarecedoras. Obrigada também por ser um dos professores mais dinâmicos e inovadores da UFRJ. Ao professor Luiz Antônio Meirelles (in memoriam), por me

introduzir ao universo da Engenharia de Produção. Obrigada por me desafiar a ser crítica e criativa. Obrigada por me ensinar a ver as operações de uma maneira diferente, e por mostrar que muitas ideias só são óbvias depois de ditas.

E obrigada Universo, por sempre conspirar a meu favor!

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/ UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro de Produção.

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIA SMART CARD E RFID NO AMBIENTE
UNIVERSITÁRIO

João Marcos Ayrolla Navega Chagas

Julia Silva Pimentel

Setembro/2017

Orientadores: Eduardo Galvão Moura Jardim

Maria Alice Ferruccio Rainho

Curso: Engenharia de Produção

A tecnologia vem nos influenciando e gerando cada vez mais transformações impactantes nos processos que ocorrem no dia a dia. A intenção desse trabalho é demonstrar como a evolução tecnológica pode ser utilizada no ambiente universitário através da proposta de adoção de uma carteira estudantil multifuncional baseada em tecnologias de cartões inteligentes e identificação por rádio frequência. Esse é um passo introdutório no caminho tecnológico dos *wearables* e chips implantados no corpo humano. Como resultado, foram identificadas 20 possíveis funções para a carteira estudantil, com aderência de 93,7% dos alunos entrevistados. Tem-se como estratégia um projeto piloto exploratório para a automatização do controle da assiduidade e pontualidade dos alunos através da leitura de etiquetas RFID (sem a necessidade de contato) e da computação do horário de entrada e saída do usuário no sistema. Ou seja, a partir dos resultados do trabalho é possível identificar os requisitos necessários para implantar a tecnologia de *smart cards* e RFID no controle de presença dos alunos.

Palavras-chave: Carteira estudantil; *Smart Card*; Tecnologia RFID, Universidade

Abstract of the Graduation Project presented to the Escola Politécnica / UFRJ as part of the necessary requirements to obtain the degree of Production Engineer.

APPLICATION OF SMART CARD AND RFID TECHNOLOGY IN THE UNIVERSITY
ENVIRONMENT

João Marcos Ayrolla Navega Chagas

Julia Silva Pimentel

September/2017

Advisors: Eduardo Galvão Moura Jardim

Maria Alice Ferruccio Rainho

Course: Industrial Engineering

Technology has been influencing us and generating more and more relevant transformations in every day's processes. The intention of this research is to demonstrate how to apply technological evolution in the university environment through the proposal of a multifunctional student card adoption based in technologies of smart cards and radio frequency identification. This is a first step in the technological path of wearables and implanted chips. As a result, we identified 20 features for a smart student card, with an acceptance rate of 93.7% of the students interviewed. The strategy is an exploratory pilot project for the automation of student's attendance and punctuality control through the reading of RFID contactless tags and the computation of the entry and exit time of the user into the system. Therefore, from the results of this research it is possible to identify the necessary requirements to implement the smart card and RFID technology in the student attendance control.

Key words: Student ID; Smart Card; RFID Technology, University

Sumário

GLOSSÁRIO DE SIGLAS	12
INTRODUÇÃO	13
1 METODOLOGIA	15
2 CONTEXTUALIZAÇÃO: TECNOLOGIA APLICADA AO AMBIENTE UNIVERSITÁRIO	18
3 MAPEAMENTO DA ATUAL SITUAÇÃO DA UFRJ	21
4 REFERENCIAL TEÓRICO	26
4.1 CARTÕES INTELIGENTES COM TECNOLOGIA RFID.....	27
4.2 PRINCÍPIOS DO FUNCIONAMENTO DA TECNOLOGIA RFID.....	28
4.2.1 <i>Etiqueta</i>	29
4.2.2 <i>Antena</i>	30
4.2.3 <i>Leitor</i>	30
4.2.4 <i>Computador</i>	32
4.3 PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS RFID	33
4.3.1 <i>Frequências</i>	33
4.3.2 <i>Padrões</i>	33
4.3.3 <i>Termos técnicos</i>	34
4.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA TECNOLOGIA RFID	36
4.4.1 <i>Vantagens</i>	36
4.4.2 <i>Desvantagens</i>	37
4.4.3 <i>Comparativo com outras tecnologias</i>	37
4.5 EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO.....	40
4.6 PENSAMENTO ENXUTO (LEAN).....	41
5 PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE CARTÕES INTELIGENTES NA UFRJ 43	
5.1 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA	43
5.1.1 <i>Identificação do usuário</i>	45
5.1.2 <i>Acesso à bibliotecas, laboratórios e salas de estudo</i>	46
5.1.3 <i>Registro de Presença</i>	47
5.1.4 <i>Empréstimo de livros na biblioteca</i>	48
5.1.5 <i>Gerenciamento do Estacionamento</i>	49
5.1.6 <i>Transporte público e ônibus universitário</i>	49
5.1.7 <i>Validação para provas unificadas</i>	49
5.1.8 <i>Alimentação no Restaurante Universitário</i>	49
5.1.9 <i>Pagamentos</i>	50
5.1.10 <i>Emissão de documentos</i>	51
5.1.11 <i>Descontos de meia entrada para estudantes</i>	51
5.2 BENEFÍCIOS	51
5.3 ESCOLHA DA TECNOLOGIA.....	52
5.4 ADERÊNCIA DOS STAKEHOLDERS.....	52
6. PROJETO PILOTO EXPLORATÓRIO	59
6.1 O PROBLEMA	60
6.2 HARDWARE	60
6.3 SOFTWARE E BANCO DE DADOS	61
6.5 INTEGRAÇÃO	63
6.7 AVALIAÇÃO.....	64
6.8 CUSTOS.....	64

6.9 RISCOS À INSTALAÇÃO	65
7. IMPLANTAÇÃO DO PROJETO EM NÍVEIS.....	66
7.1 CAPACITAÇÃO	67
7.2 RESPONSABILIDADES.....	67
7.3 VISÃO TÉCNICA GERAL	69
8 ANÁLISE CRÍTICA.....	71
9 CONCLUSÃO.....	74
10 DESDOBRAMENTOS	77
11 REFERÊNCIA.....	80
Formulário de Aderência dos alunos	84
Formulário de Aderência dos professores.....	91

GLOSSÁRIO DE SIGLAS

ACE – Atividade Complementar Especial

Anatel - Agência Nacional de Telecomunicações

ANPG - Associação Nacional de Pós-Graduandos

API - Application Programming Interface

CadÚnico – Cadastro Único do Governo Federal

CAEng - Centro Acadêmico de Engenharia

CIE- Carteira de Identificação Estudantil

CPF – Cadastro de Pessoa Física

CT – Centro de Tecnologia

DCEs - Diretórios centrais dos estudantes

DEI – Departamento de Engenharia Industrial

HF - High Frequency

Hz – Hertz

LF - Low Frequency

MB – Mega Byte

NFC - Near Field Communication

PUC - Pontifícia Universidade Católica

RAM - Random Access Memory

RFID – Radio Frequency IDentification

ROI - Return Over Investment

RU – Restaurante Universitário

SIGA – Sistema Integrado de Gestão Acadêmica

STI – Superintendência de Tecnologia e Informação

TAN - Task Acquisition Network

TI – Tecnologia da Informação

TUI – Tarjeta Universitária Inteligente

UBES - União Brasileira dos Estudantes Secundaristas

UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

UFF – Universidade Federal Fluminense

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UHF - Ultra High Frequency

UNE - União Nacional dos Estudantes

USB - Universal Serial Bus

USP – Universidade de São Paulo

UX – User Experience

WiFi – Wireless Fidelity

INTRODUÇÃO

Esse trabalho tem como tema a evolução tecnológica no ambiente universitário através de cartões inteligentes e identificação por rádio frequência. Esse assunto foi escolhido porque, ao fazer intercambio, ambos autores tiveram oportunidade de vivenciar como o avanço tecnológico é aplicado em universidades ao redor do mundo e constataram que essa mudança não se reflete na mesma proporção na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Assim, surgiram os questionamentos: que impactos as tecnologias estão trazendo para o setor de educação atualmente no Brasil? Como aplicá-las em universidades como a UFRJ?

Assim, o objetivo geral deste trabalho é analisar como uma universidade pode implantar um sistema de cartões inteligentes para avançar tecnologicamente. O objetivo específico deste estudo consiste em identificar um método de implantação gradual de uma carteira estudantil inteligente na UFRJ que abranja 20 funcionalidades, acrescentando aspectos pouco vistos em outras universidades como o controle automatizado de assiduidade e pontualidade dos alunos. Como o problema é complexo, é mostrada uma estratégia de implantação, sugerindo primeiro um projeto piloto exploratório a ser testado no Centro de Tecnologia (CT), UFRJ.

Ao analisar a universidade em questão, por um lado, é notável que muitas operações ainda são feitas manualmente. Educadores são responsáveis por algumas atividades administrativas enquanto deveriam se concentrar nas necessidades educacionais. A gerência universitária investe mão de obra capacitada e principalmente tempo para organizar e gerenciar estudantes, servidores, acesso à instituição, biblioteca, restaurantes, dentre outros.

Por outro lado, o jovem universitário tem uma vida extremamente atribulada e precisa de instrumentos que tornem seu cotidiano mais simples. A percepção da qualidade em serviços está intimamente ligada ao sentimento deixado nos clientes. Deve-se, portanto,

pensar em como promover mais valor à sua experiência de consumo. Ainda são poucos os negócios que foram planejados, desenhados e estruturados pelas pessoas que têm conhecimento das etapas e de fato usarão o serviço no futuro.

Vale destacar que a identificação e compreensão dos processos e a elaboração de ideias desse trabalho é facilitada pelo fato dos dois autores serem estudantes de graduação do curso de Engenharia de Produção na UFRJ há 6 anos. Essa experiência permite a criação correta da jornada do usuário, que é a base principal para todas as conclusões e reflexões. Os autores não apenas se colocam no lugar do consumidor como são, de fato, usuários do sistema.

Essa pesquisa é em especial importante para os autores por ser uma retribuição feita após seis anos estudando na universidade. Assim como alguns alunos já contribuíram positivamente para a melhoria de processos na UFRJ, espera-se que esse projeto seja considerado como uma fonte de conhecimento para que a universidade evolua tecnologicamente e introduza métodos mais eficientes. Entre os resultados, pode-se listar: o processo de informatização e modernização da universidade, aumento da segurança e da conveniência, melhora na qualidade do serviço, otimização da administração de tempo e dinheiro, e a padronização da gestão de unidades e departamentos.

No próximo capítulo serão discutidas a metodologia, a revisão bibliográfica e a estrutura do trabalho.

METODOLOGIA

Para estruturar a proposta, o Departamento de Engenharia Industrial (DEI) da UFRJ serviu como objeto de estudo para que se fosse possível identificar os principais elementos necessários para a aplicação de uma carteira estudantil.

Algumas etapas são seguidas na elaboração desse estudo:

- *Benchmark*¹ e revisão da experiência em intercâmbio: Utilizar invenções alheias como *benchmark* para inovação é uma alternativa de redução de custos e riscos para países como o Brasil, com pouco capital. Apesar de se basear em carteiras estudantis já existentes, o projeto proposto inova ao sugerir novos usos e aperfeiçoamento, considerando também atribuições ainda não presentes nos casos observados. Essa contextualização do tema se encontra no capítulo 2, que cita exemplos de cartões inteligentes em universidades. Essa etapa evidencia como a tecnologia está próxima do meio acadêmico, mas é pouco explorada no Brasil por falta de incentivo e investimento do governo.

- Entendimento da situação na UFRJ: Foi preciso uma análise da situação atual na UFRJ que justifique a proposta. Assim, o capítulo 3 realiza uma análise sobre a situação atual do DEI e da Universidade Federal do Rio de Janeiro, evidenciando alguns problemas. O sistema é desenvolvido por usuários que tem uma perspectiva do que é valor e de quais os pontos críticos e não críticos para eles, pontos esses que seriam invisíveis para pessoas de fora do sistema. Além da observação e experiência dos autores, foi feito um mapeamento do fluxo de valor dos alunos para identificar atividades recorrentes na vida estudantil que podem ser otimizadas. Essa etapa é importante porque justifica o

¹ Trata-se de um processo de pesquisa que permite a gestores compararem produtos, práticas empresariais, serviços ou metodologias usadas pelos rivais, absorvendo algumas características para alcançar um nível de superioridade gerencial ou operacional. Adaptado de <https://endeavor.org.br/benchmarking/> Acessado em: 28 ago. 2017

projeto e reforça os argumentos a favor da implantação de uma carteira estudantil inteligente para a universidade.

- Análise da tecnologia disponível: É feita uma análise da tecnologia disponível, descrevendo suas características e funcionamento. Assim, o capítulo 4 inclui uma revisão da literatura. Descreve-se conceitos fundamentais para a elaboração do projeto, incluindo os fundamentos e características de cartões inteligentes com tecnologia Radio Frequency Identification (RFID). É também apresentado um panorama de iniciativas existentes em relação às tecnologias de cartões inteligentes e RFID no Brasil e no mundo. Essa etapa facilita a compreensão do funcionamento do sistema por parte do leitor.

- Aplicação da tecnologia na UFRJ: Uma vez que os problemas e a tecnologia disponível que melhor os resolve são identificados, novos processos são projetados. Deste modo, o capítulo 5 desenvolve uma proposta de mudança da UFRJ para cartões inteligentes, ressaltando 20 possíveis atribuições desse cartão. Foi feita ainda uma pesquisa de aderência ao projeto com 450 alunos e 28 professores da Engenharia da Escola Politécnica.

- Elaboração do Projeto Piloto: O trabalho tem como resultado um projeto piloto exploratório para a atribuição da carteira estudantil mais imediata e de melhor custo-benefício no curto prazo: o controle de assiduidade e pontualidade de alunos. Mapeando-se o fluxo de valor da jornada do estudante, o controle de assiduidade atual não apresenta nenhum valor para professores ou alunos, devendo ser eliminado para se alcançar o consumo ideal. Assim, no Capítulo 6 encontram-se os requisitos necessários para a elaboração do projeto piloto, que nada mais é do que um teste do projeto em menor escala antes de sua implantação real.

- Proposta de implantação em níveis: Sugere-se que a implementação da carteirinha se desenvolva em diferentes níveis de escala antes de embarcar toda a universidade, sendo:

- Nível 1: Uma disciplina do departamento, uma sala de aula, menos de 15 alunos
- Nível 2: Uma turma de primeiro período, aproximadamente 5 salas de aula, menos de 40 alunos
- Nível 3: Departamento de Engenharia Industrial (DEI), todas as turmas e matérias do departamento, todas as salas de aula, aproximadamente 300 alunos.

Esses desdobramentos necessários para a implantação do projeto em níveis após os resultados do projeto piloto exploratório se encontram no capítulo 7.

A análise crítica e as conclusões dos autores são apresentadas nos capítulos 8 e 9.

Após planejamento, execução, teste e reajuste da carteira estudantil para controle de assiduidade e pontualidade de alunos nos primeiros níveis, sugere-se que novas funcionalidades sejam gradualmente adicionadas ao cartão, como pagamentos gerais, locação de livros e computadores, acesso ao estacionamento, bilhete eletrônico para transporte público e ônibus universitário, acesso à alimentação universitária, e até transferências bancárias.

Por isso, está presente ainda um capítulo extra contendo desdobramentos, discutindo sugestões para trabalhos futuros.

CONTEXTUALIZAÇÃO: TECNOLOGIA APLICADA AO AMBIENTE UNIVERSITÁRIO

A indústria da educação é uma das indústrias em crescimento que adotou o cartão inteligente. Tendo em mente o valor estratégico e operacional da identificação por rádio frequência e devido à redução dos custos de produção e implantação das etiquetas, muitas iniciativas são encontradas hoje em diversas áreas no Brasil e no mundo.

No Rio de Janeiro, desde 2013 instituições como a Universidade Federal Fluminense (UFF) e a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) utilizam carteiras estudantis com funções de empréstimos de livros na biblioteca, acesso ao restaurante universitário (RU), bilhete eletrônico para transporte público e pagamentos. Essas funções são baseadas nas tecnologias RFID e Near Field Communication (NFC) e em parceria com o sistema de cobrança das empresas RioCard e Santander. Essas carteirinhas têm como objetivo maximizar a qualidade dos serviços oferecidos pela universidade, facilitando sua gestão. A UFF foi a primeira universidade brasileira a integrar o transporte público à carteirinha de estudante.

Segundo a Superintendência de Tecnologia e Informação (STI) da UFF (2012), as carteirinhas oferecem muitos benefícios. Entre eles estão a redução das filas nos Restaurantes Universitários (RUs) e a geração de relatórios personalizados que apresentam horários de pico e permitem otimizar o serviço. Elas também eliminam fraudes no acesso, melhorando a qualidade da gestão dos RUs. Além disso, o uso das carteirinhas simplifica o processo de empréstimo e devolução de livros da biblioteca e permite um melhor controle do acervo.

Na Pontifícia Universidade Católica (PUC), o Banco Santander, em parceria com a Mastercard, lançou em 2014 a modalidade de pagamento por aproximação presente no Cartão Universidade, a Tarjeta Universitária Inteligente (TUI). Esse cartão, além das funções financeiras, tem atribuições acadêmicas como reservar livros na biblioteca da

universidade, realizar pagamentos na tesouraria, registrar o comparecimento nas aulas, integrar o transporte universitário e até se identificar em computadores. O Santander, inclusive, já emitiu mais de 2,7 milhões de cartões inteligentes no Brasil para alunos e instituições de ensino superior, sendo quase 1 milhão com tecnologia que utiliza RFID. (SANTANDER UNIVERSIDADES, 2014)

Também no âmbito universitário, a Universidade de São Paulo (USP) vem implantando um modelo de inventário ambiental utilizando RFID em formato de prego em 200 árvores, que além de preservar as áreas verdes e gerar uma educação ambiental, facilita o planejamento, gerenciamento de informações técnicas e tomada de decisões. (KAWANO & CUGNASCA, 2014).

Em outras universidades no mundo já existem processos ainda mais integrados em países como Austrália, Alemanha, China, Coréia do Sul, Estados Unidos, França, Itália, Malásia, Nova Zelândia, Reino Unido e Singapura por exemplo. Segundo o Santander, somente ele é responsável por prover cartões inteligentes para 307 universidades em 12 países. Entre as universidades mais respeitáveis que usam o cartão inteligente estão a Universidade de Cambridge, Universidade de Ottawa, Universidade de Nottingham e a Universidade do Estado da Flórida. A Figura 1 ilustra a carteira estudantil da Universidade de Cambridge em 2003.



Figura 1 - Carteira estudantil da Universidade de Cambridge. Fonte: UNIVERSIDADE DE CAMBRIDGE, 2003

Todas essas informações servem de argumento para apoiar a implantação de um projeto semelhante na UFRJ, universidade que em 2016 estava em 1º lugar no ranking das melhores universidades brasileiras da Folha de São Paulo. (RUF, 2016).

MAPEAMENTO DA ATUAL SITUAÇÃO DA UFRJ

A universidade é uma instituição de ensino que serve de local para vários processos e atividades que giram em torno da mesma finalidade: a graduação dos alunos, que frequentam a universidade para adquirir conhecimento de ensino superior e, no final dos 5 anos, receber o seu diploma.

Foi citado anteriormente que o mapeamento do fluxo de valor é a ferramenta mais importante para a implantação do pensamento enxuto em uma organização pois permite criar um diagnóstico da situação atual. Logo, pode-se planejar uma situação futura que elimine ou reduza significativamente os desperdícios provenientes de processos e atividades que não geram valor na visão do cliente.

Apesar de os princípios e definições da mentalidade enxuta serem muito voltados para a manufatura, este trabalho fará uma analogia para serviços, aplicando os pilares estudados no ambiente universitário e mapeando a cadeia de valor para alguns processos com foco na identificação do usuário.

Como visto nos capítulos anteriores, existem diversos processos que permeiam o estudo na universidade que necessitam da identificação dos alunos, como o registro de frequência, acesso a salas, pagamento do restaurante universitário, alocação de livros, dentre outros.

Pode-se dizer que no ambiente universitário o valor é mais difícil de se enxergar, pois existem muitos processos, muitas partes interessadas e objetivos distintos. Isso evidencia a complexidade da implantação do pensamento enxuto nesse tipo de organização, pois o fluxo de valor muitas vezes está nas informações e no conhecimento.

É imprescindível para esta pesquisa um estudo detalhado sobre os processos atuais que envolvem a identificação do usuário, como o acesso a laboratórios e salas de estudo, o uso da biblioteca e o registro de presença dos alunos. O mapeamento desses

processos mostra possibilidade de implementar uma solução com cartões inteligentes para diminuir desperdícios. Esses desperdícios vêm basicamente de fraudes, da entrada manual de dados com erros, da perda de informações, da espera por autorizações ou outros, da falta de padronização e integração, e do controle e monitoramento que não significa melhoras no desempenho.

Na UFRJ, o documento identificador oficial dos estudantes ainda é apenas uma carteira de papel impressa entregue pela secretaria aos alunos. Esse documento identificador não tem utilização prática no dia a dia dos alunos e é passível de falsificações. Além disso, a carteirinha atual não segue às normas estabelecidas na lei de meia entrada sancionada em 2013 para a validação de descontos de meia entrada para estudantes.

Segundo a AGÊNCIA SENADO (2015):

“só tem direito a pagar metade do valor da entrada quem tem a Carteira de Identificação Estudantil (CIE), um documento padronizado e emitido por uma das seguintes entidades: Associação Nacional de Pós-Graduandos (ANPG), União Nacional dos Estudantes (UNE), União Brasileira dos Estudantes Secundaristas (Ubes) e diretórios centrais dos estudantes (DCEs), além de centros e diretórios acadêmicos, de nível médio e superior.”

Ainda segundo a Agência Senado, essa carteira custa R\$ 25 mais o frete e pode ser solicitada online. Acredita-se que esse valor cobrado pela UNE seja proibitivo para muitos estudantes, em especial os de baixa renda. Para tentar contornar este problema, o Centro Acadêmico de Engenharia (CAEng) está emitindo carteiras estudantis de acordo com as regras estabelecidas por R\$15, sendo os estudantes de baixa renda cadastrados no Cadastro Único do Governo Federal (CadÚnico) isentos desse valor.

Na prática, alguns estabelecimentos continuam aceitando as carteiras fora do padrão, mas principalmente em eventos de grande porte, é cada vez mais comum que seja necessário um documento de identificação nos padrões novos.

Tendo em vista o Departamento de Engenharia Industrial da UFRJ, as salas de aulas devem permanecer trancadas antes e após o término de cada disciplina, de modo que os professores devem se apresentar na secretaria do departamento antes do início de cada aula para retirar as chaves, e devolvê-las com o encerramento. É necessário que um funcionário da secretaria pare suas atividades para a entrega da chave ao professor. Não é permitido que alunos peguem as chaves e abram as portas, de modo que muitas vezes há aglomerações de alunos nos corredores à espera do professor.

Outro ponto foco a ser analisado é o controle de presença dos alunos. Todo o tempo gasto pelos professores nesta tarefa operacional é um tempo desperdiçado que poderia ser melhor aproveitado pelo professor já que esta atividade que não gera nenhum valor para as partes interessadas. Essa etapa somente existe porque não há confiança de que todos os alunos assistam às aulas regularmente para merecer receber o diploma. Na UFRJ uma das condições básicas para aprovação é frequentar 75% das aulas e o controle é feito de forma arcaica e não automática.

Constatou-se que no dia a dia da universidade ocorrem quatro tipos diferentes de controle de presença dos alunos:

- 1) Controle oral com chamada de nomes um por um;
- 2) Lista de presença assinada pelos alunos ou
- 3) Nenhum controle;
- 4) Controle virtual (FERRUCIO, 2017).

Descrevendo melhor cada um:

- 1) Controle oral com chamada de nomes um por um;

O primeiro caso exige que o professor diminua seu tempo de aula para incluir o controle de presença, que normalmente gasta em torno de 15 minutos para uma turma de 40 alunos. Esse é um desperdício de valor que não pode ser mensurado. A transmissão do

ensino é o objetivo principal de uma universidade e tendo em vista que as aulas duram em média 2h é um desperdício mensurável de tempo e recursos públicos. A não presença dos alunos remete ao fato de a vaga poder estar sendo ocupada por outro estudante.

2) Lista de presença assinada pelos alunos

A segunda alternativa não impacta negativamente no tempo de aula, mas há casos de falsificação em que alunos não comparecem a aula e pedem aos amigos que forjem suas assinaturas, resultando em perda de controle em relação a frequência.

3) Nenhum controle.

O terceiro caso, em que não é feito controle de assiduidade, é muito prejudicial, pois não há como saber se os alunos estão frequentando ou não as aulas e não efetuar o controle de frequência dos alunos é um descumprimento das regras da universidade. Alunos não assíduos desperdiçam recursos públicos e ocupam vagas de pessoas que poderiam estar usufruindo melhor do sistema.

Além disso, nenhum dos métodos citados acima permite analisar atrasos e tempo total de permanência em sala de aula, tanto por parte dos alunos quanto dos professores.

4) Controle Virtual

Práticas pioneiras e inovadoras podem ser observadas na UFRJ. No semestre vigente (2017.2), a professora Maria Alice Ferruccio começou a utilizar a tecnologia para controle de presença nas três matérias ministradas por ela. Com a ajuda do formulário do Google e com a utilização do polimoodle ela controla as solicitações de inscrição na turma, a presença, as justificativas de falta e compartilha documento virtualmente. Esta prática pioneira vem sendo elogiada e comentada até por alunos intercambistas que cursam as disciplinas devido a facilidade de comunicação e a otimização dos processos vigentes.

Pode-se observar ainda o processo de almoçar no Restaurante Universitário do CT. Precisa-se agendar um horário através do website com o Cadastro de Pessoa Física (CPF), esperar na fila, se identificar com a carteira estudantil vigente e efetuar o pagamento com dinheiro. Há dois funcionários responsáveis por conferir o horário agendado, conferir a identificação e receber o pagamento.

Outra atividade rotineira dos alunos consiste na locação de livros da biblioteca. Para pegar um livro emprestado da biblioteca do Centro de Tecnologia o aluno deve primeiramente cadastrar seus dados no sistema específico da biblioteca, encontrar o código do livro no website, para então procurar o livro no acervo da biblioteca e, com seu documento de identificação, se apresentar ao galpão para retirada. Há um funcionário responsável pelo cadastro de novos usuários e pela validação e registro de retiradas e devoluções de livros. Há ainda os casos em que os livros estão sendo emprestados e não são devolvidos pelos alunos.

Um dos grandes desafios de organizações que já tem um tamanho considerável é o fluxo rápido e verídico das informações. O objetivo de um sistema integrado de gestão é facilitar e controlar as atividades através da integração de departamentos, visando sempre a otimização das atividades dos mesmos. Eles recebem, armazenam, tratam e manipulam diretamente as informações que são utilizadas pelos processos de uma organização e desta com seus agentes.

REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão explicados os principais conceitos teóricos envolvidos na elaboração do projeto.

A revisão bibliográfica mostra fortes tecnologias em evidencia, como cartões inteligentes e identificação por rádio frequência. Essas duas tecnologias têm origens distintas, uma mais moderna e outra da época da 2ª Guerra Mundial, e juntas podem ser utilizadas para uma grande gama de aplicações, revolucionando a sociedade junto com inúmeras outras tecnologias recentes.

Nesse ritmo, mesmo as empresas bem-sucedidas devem se renovar constantemente. Com o passar do tempo essas tecnologias evoluíram, ao mesmo tempo em que foram ganhando popularidade no mercado e apresentando menores custos. TAURION (2014) sugere que estamos vivendo novamente uma revolução de tanto impacto quanto a industrial do século XIX. Dessa vez, ao invés de máquinas a vapor, tem-se informação e conhecimento como pontos de partida, baseados na internet como plataforma de conexão.

O mundo está caminhando na direção da internet das coisas (ou IoT, do inglês, *Internet of Things*), onde os objetos participam ativamente dos processos, compartilham informações e modificam os próprios processos sem necessidade de intervenção humana. Assim, a estrutura física de um ambiente se torna inteligente. Como exemplo, a luminosidade e a temperatura de uma sala podem variar automaticamente de acordo com a informação do número de pessoas presentes na sala. A internet das coisas vai aglutinar o mundo digital com o mundo físico. Com a internet das coisas, pode-se repensar a universidade e melhorar a eficiência dos sistemas que constituem a vida universitária como um todo.

4.1 CARTÕES INTELIGENTES COM TECNOLOGIA RFID

A tecnologia de cartões inteligentes obteve forte popularidade a nível mundial nos últimos anos. Um cartão inteligente é um cartão de plástico que contém um chip de computador incorporado que possui alta capacidade de armazenamento e processa dados que são transacionados através de um leitor que é parte de um sistema de computação. A principal tecnologia que será utilizada no cartão inteligente sugerido neste projeto são as etiquetas *Radio Frequency Identification* híbridas. Por híbrido entende-se que há uma integração de tecnologias em um só cartão, que possuirá o leitor RFID com a tecnologia *Near Field Communication* acoplada. São cartões com ou sem interface de contato projetados para suportar a combinação de várias tecnologias utilizadas juntas para fins diferentes. Indústrias que utilizam esta tecnologia incluem telecomunicações, bancos, saúde, transporte, entretenimento e lazer, vendas e educação.

A identificação por rádio frequência é um assunto que vem sendo amplamente explorado nos últimos anos devido aos benefícios provenientes de sua utilização, que pode servir como suporte em diferentes processos de negócios das empresas. Por isso, é amplamente aplicada no setor de logística para gestão da cadeia de suprimentos de empresas de grande porte.

Dentre os benefícios encontram-se a rapidez na leitura de itens mesmo não tão próximos do leitor e a leitura de vários itens ao mesmo tempo, possibilitando melhora na comunicação entre setores, transparência de informação e aumento da produtividade. A tecnologia permite visualização, rastreamento e monitoramento em tempo real de dados e produtos.

Várias empresas do setor de varejo desenvolvem iniciativas de RFID em suas lojas para gestão de estoques e controle de processos há mais de dez anos, como WalMart, Target, Best Buy e Macy's. Empresas brasileiras como Unilever, Pão de Açúcar e

Procter&Gamble também monitoram seus fluxos de produtos entre seus centros de distribuição utilizando a tecnologia (PEDROSO et all, 2009).

Além de melhorias de inventário e redução de custos internos, as etiquetas também são largamente utilizadas na automatização do pagamento de pedágios e controle de acesso a estacionamentos. A tecnologia também vem sendo utilizada na eficiência operacional de hospitais (SWEDBERG, 2017), para gestão de ativos, marketing ao consumidor, serviços de pós-venda e para evitar fraudes na assistência médica domiciliar (CORADINI, 2016), e na identificação de animais (SMILEY, 2015). Nos Estados Unidos, ROPER, SEDEHI e ASHURI (2015) afirmam que o uso de RFID propiciou uma redução de mão de obra anual de um hospital na ordem de U\$S150.000.

Recentemente, a Apple anunciou na conferência de desenvolvedores da Califórnia ter liberado o leitor NFC do iPhone 7 e iPhone 7 Plus para uso por outros aplicativos que não o Apple Pay (ROBERTI, 2017). Esta é uma novidade que ajudará a difundir mais amplamente a tecnologia RFID. ROBERTI acredita que os primeiros aplicativos a aproveitar o NFC nos iPhones devem ser lançados no final deste ano junto com o lançamento do sistema iOS 11.

4.2 PRINCÍPIOS DO FUNCIONAMENTO DA TECNOLOGIA RFID

Existem diversos métodos de identificação por rádio frequência, sendo o mais comum um identificador numérico único que identifica uma pessoa ou objeto e que possivelmente pode armazenar diversas outras informações.

O sistema da tecnologia RFID é composto por quatro elementos: etiqueta (com chip e antena), antena, leitor e computador, ilustrados na Figura 2 abaixo.

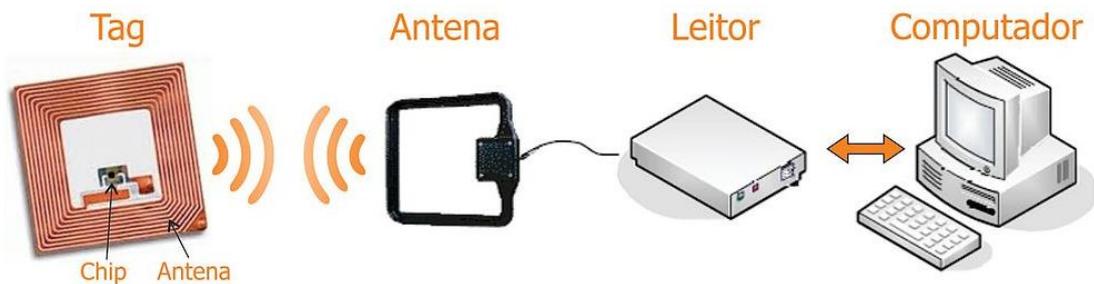


Figura 2 - Composição do sistema RFID. Fonte: HERRTEC (2015)

4.2.1 Etiqueta

Também chamada de *transponder* ou *tag*, ela é o identificador único que se vincula a um objeto que se queira rastrear, identificar ou controlar. É um *hardware* composto por um microchip e uma antena. No microchip são armazenadas as informações de identificação que serão transmitidas, é o responsável pelo armazenamento e computação. A antena, por sua vez, é responsável pela comunicação. Este conjunto geralmente é encapsulado ou envolto em algum material mais resistente.

As etiquetas são classificadas de três formas distintas dependendo da utilização da bateria, podendo ser passivas, semi-passivas ou ativas.

As passivas são compostas geralmente por uma memória simples, podendo apenas ser lida. Sua operação se dá sem a utilização de fontes de energias externas. A emissão do sinal se dá apenas quando aproximada do leitor, que emite ondas eletromagnéticas. Para que ocorra a troca de dados, a etiqueta não pode estar longe do receptor por ser suscetível a ruídos e perdas de sinal causados por fatores externos.

As etiquetas semi-passivas têm seu funcionamento parecido com o da passiva, porém essas utilizam uma pequena bateria em seu circuito que permite uma leitura contínua e aumenta o raio de captação.

Diferente das passivas e semi-passivas, as etiquetas ativas transmitem seu próprio sinal. Estas são alimentadas por uma bateria interna e geralmente operam em altas frequências. Como desvantagem, elas têm vida útil definida e custo mais elevado. Por outro lado, possuem maior capacidade de armazenamento dos dados e não são tão suscetíveis a fatores externos que possam atrapalhar a troca de informações entre o leitor e a etiqueta.

As etiquetas também são distintas quanto aos tipos de memória, podendo ser: de leitura apenas (*Ready only*), de uma escrita e várias leituras (*Write Once Read Many*), ou ainda totalmente regravável (*Read Write*). (MOTA, 2006)

As etiquetas com memória *Ready only* permitem apenas que os dados contidos na mesma sejam lidos, sendo esses dados programados uma única vez pelo próprio fabricante. As etiquetas *Write Once Read Many* permitem que os dados sejam gravados na memória apenas uma vez, porém podem ser lidos inúmeras vezes. A programação dos dados pode ser feita pelo usuário ou pelos fabricantes. Já as etiquetas *Read Write* permitem que o usuário re programe e atualize as informações contidas diversas vezes.

4.2.2 Antena

A antena é responsável por propagar e receber sinais emitidos pelas etiquetas, permitindo que o chip transmita as informações de identificação a um leitor de frequências. A antena não precisa necessariamente estar junto ao leitor, mas sem a mesma não seria possível a troca de dados. Um leitor pode estar vinculado a diversas antenas.

4.2.3 Leitor

Todos os recursos da comunicação RFID são tratados pelo leitor (FINKENZELLER, 2010). É o leitor quem estrutura a sequência de comunicação e transfere os dados entre as etiquetas e o computador. Ele converte as ondas emitidas criando um campo

magnético que pode atingir distâncias que variam de centímetros até alguns metros, dependendo da potência do leitor e da frequência utilizada. Esse arco eletromagnético possibilita a troca de informação com as etiquetas, transformando sinais analógicos em sinais digitais. Essas informações digitais são enviadas a um software externo, que pode processar as informações recebidas.

O funcionamento do leitor depende do tipo de etiqueta que ele irá se comunicar e das funções que serão aplicadas e podem ser fixos ou móveis dependendo do seu uso. Geralmente os leitores fixos são utilizados onde é necessário um maior desempenho das etiquetas, e os móveis em situações que não necessitam de tanto desempenho.

O leitor é composto por um sistema de controle e uma interface de Rádio Frequência, como mostra a Figura 3 a seguir.

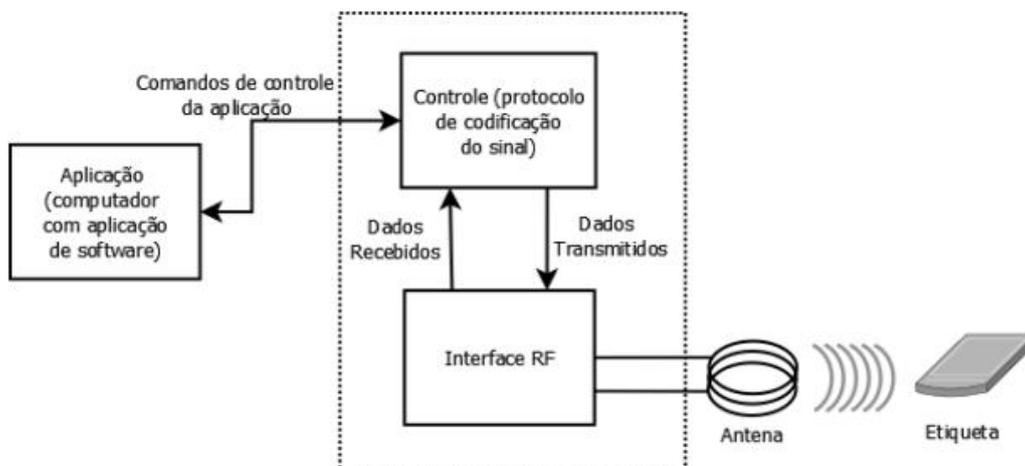


Figura 3 - Componentes principais do leitor. Fonte: FINKENZELLER (2010)

O sistema de controle é definido pelos subsistemas de comunicação, gerenciamento de eventos e de antenas, além da interface de programação de aplicativos, *Application Programming Interface* (API). É através da API que outros sistemas solicitam e consultam informações referentes às etiquetas. Ou seja, ela é responsável pela troca de informações entre no middleware e os leitores.

O controle da comunicação dos eventos gerados pelo leitor é feito pelo middleware. Ele é o software mediador, pois determina quais informações vindas do leitor serão enviadas para o software principal de tratamento de dados, apenas transmitindo eventos significativos e otimizando o processamento das informações.

"Middleware é uma nomenclatura utilizada normalmente para se referir a uma classe de software cujo objetivo é servir de ligação ente sistemas construídos separadamente."
(FOINA, 2007:18)

O subsistema da antena consiste da interface e da lógica que permite aos leitores RFID interrogar as etiquetas e controlar as antenas físicas (GLOVER; BHATT, 2007).

O gerenciador de eventos identifica os eventos que serão imputados no sistema. Ele avalia a importância e a relevância dos mesmos para definir o rumo que a informação vai tomar, podendo ser anexada em um relatório ou transmitido imediatamente pela interface do sistema.

Já a interface de rádio frequência, é definida pela interface ligada à antena e pelo controlador. Ainda segundo GLOVER & BHATT (2007), é a interface que executa as funções de gerar energia para transmissão e ativação da etiqueta, modular o do sinal de transmissão para o envio de dados e receber o sinal transmitido. O controlador, por sua vez, faz a implementação dos protocolos de comunicação e controle. Ele é responsável por executar a comunicação com a aplicação do *software* e executar os comandos encaminhados por ele além de controlar a comunicação com a etiqueta e codificar e decodificar sinais. (GARCIA, 2013)

4.2.4 Computador

Por computador, os autores referem-se ao *software* responsável por usar, tratar e processar os dados.

4.3 PROPRIEDADES E CARACTERÍSTICAS RFID

4.3.1 Frequências

Existem quatro diferentes frequências eletromagnéticas nas quais a tecnologia RFID opera, tendo cada uma sua característica específica em relação à distância e eficiência da troca de informações. Essas frequências são nomeadas como: frequência baixa (LF), alta (HF), ultra alta (UHF) e micro-ondas. Frequências mais baixas possuem propriedades como a capacidade de viajar pela água, enquanto frequências mais altas carregam mais informações, por exemplo. (BHATT & GLOVER, 2007)

Abaixo, encontra-se uma tabela elaborada para sintetizar as diferenças de frequências, suas principais características e aplicações.

Nome	Frequências	Distância	Aplicações
Frequência baixa	entre 30 kHz e 300 kHz	até 1,5m	Identificação de animais Automação industrial Controle de acesso
Frequência alta	entre 30 MHz e 30 MHz	até 1,5m	Smart Cards Cartões de Crédito Passaportes eletrônicos
Frequência ultra alta	entre 300 MHz e 3 GHz	até 9m	Logística Administração de estoques
Frequência micro-ondas	entre 2 GHz e 30 GHz	mais que 9m	Pedágios Sistemas de localização em tempo real

Quadro 1 - Relação frequência x características. Fonte: Elaboração própria

4.3.2 Padrões

A utilização de padrões pré-definidos de conformidade permite que diversas etiquetas possam se comunicar com diversos tipos de leitores (GLOVER; BHATT, 2007). Assim, existe um conjunto de regras internacionais que governam como as etiquetas e os

leitores usados nos sistemas de RFID se comunicam, conhecido como ISO² 18000 (RFID JOURNAL, 2005).

ISO Standard	Título	Status
ISO 11784	RFID para animais – estrutura de código	Padrão Publicado - 1996
ISO 11785	RFID para animais – concepção técnica	Padrão Publicado - 1996
ISO/IEC 14443	Identificação de cartões – cartões com circuitos integrados sem contato – cartões de proximidade	Padrão Publicado - 2000
ISO/IEC 15693	Identificação de cartões – cartões com circuitos integrados sem contato – cartões de vizinhança	Padrão Publicado - 2000
ISO/IEC 18001	Tecnologia da Informação – Gerenciamento de Itens de RFID – Perfil de Requisitos de Aplicação	Padrão Publicado - 2004
ISO/IEC 18000-1	Parâmetros Gerais para Comunicação por Interface por Ar para Frequências Globalmente Aceitas	Padrão Publicado - 2004
ISO/IEC 18000-2	Parâmetros para Comunicação por Interface por Ar abaixo de 135 KHz	Padrão Publicado - 2004
ISO/IEC 18000-3	Parâmetros para Comunicação por Interface por Ar em 13,56 MHz	Padrão Publicado - 2004
ISO/IEC 18000-4	Parâmetros para Comunicação por Interface por Ar em 2,45 GHz	Padrão em Revisão Final
ISO/IEC 18000-6	Parâmetros para Comunicação por Interface por Ar em 860 a 930 MHz	Padrão Publicado - 2004
ISO/IEC 15961	Gerenciamento de Itens de RFID – Protocolo de Dados: Interface de Aplicação	Padrão Publicado - 2004
ISO/IEC 15962	Gerenciamento de Itens de RFID – Protocolo: Regras de Codificação de Dados e Funções de Memória Lógica	Padrão Publicado - 2004
ISO/IEC 15963	Gerenciamento de Itens de RFID – Identificação única do RF Tag	Padrão em Revisão Final

Figura 4 - Padrões ISO. Fonte: R. MOROZ LTD (2004)

4.3.3 Termos técnicos

LAHIRI (2005), cita alguns termos que são relevantes quanto tratados os assuntos relacionados a funcionamento de sistemas RFID. Podemos citar:

² ISO é a Organização Internacional de Normalização, seu objetivo é promover o desenvolvimento de normas, testes e certificação, com o intuito de encorajar o comércio de bens e serviços. Acessado em: 28 ago. 2017 <http://monografias.brasilecola.uol.com.br/administracao-financas/o-que-iso.htm>

- Colisão de etiquetas: Muitas vezes os leitores somente podem se comunicar com uma etiqueta por vez. Quando ocorre a tentativa de diversas etiquetas se comunicarem ao mesmo tempo pode ocorrer uma colisão nos sinais emitidos e recebidos podendo gerar um erro de leitura. Para evitar esse problema na leitura, ou é empregado um algoritmo para evitar as colisões ou um leitor mais robusto.

-Colisão de leitores: Quando em um mesmo perímetro, diversos leitores estão emitindo e sobrepondo seus sinais. Isso pode ser evitado com posicionamento de antenas ou uma leitura feita em determinados períodos de tempo somente.

- Legibilidade e validação das etiquetas: é comumente definido como a capacidade de um sistema realizar a leitura de uma determinada etiqueta com sucesso. Para a garantia do sucesso da leitura é empregado um algoritmo que realiza diversas leituras por vez, visando garantir que em caso de falha, pelo menos uma leitura possa ter sido bem-sucedida.

- Robustez da leitura: É comumente definido como a quantidade de vezes que uma etiqueta pode ser lida com sucesso dentro da zona de leitura emitida. A quantidade de etiquetas presentes ao mesmo tempo na zona reduz a robustez dado que o leitor consegue ler um número limitado de etiquetas em determinado intervalo de tempo. (GARCIA, 2013)

Segundo NETO (2008), pode-se ainda fazer uma diferenciação entre as aplicações de RFID disponíveis, podendo ser *Task Acquisition Network (TAN)* ou *Near Field Communication (NFC)*.

Baseada nas redes comuns sem fio, a TAN facilita a integração de redes RFID com as redes das organizações, criando camadas e evitando problemas de escalabilidade e distribuição dos dados.

A aplicação NFC é separada em 4 tipos de sistemas:

1. Touch and Confirm: aplicações que envolvam transações de pagamentos móveis onde é necessária uma autenticação ou confirmação.
2. Touch and Go: utilizada principalmente para controle de acessos onde basta aproximar a etiqueta do leitor.
3. Touch and Connect: integrar pontos NFC afim de transferir informações.
4. Touch and Explore: quando o dispositivo e a etiqueta podem oferecer mais de uma funcionalidade para o usuário.

4.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA TECNOLOGIA RFID

A utilização de tecnologia RFID tem diversas vantagens e desvantagens que podem ser listadas a seguir:

4.4.1 Vantagens

Como visto ao decorrer deste trabalho, a tecnologia RFID é capaz de armazenar, processar e coletar dados referentes ao objeto que será rastreado/monitorado/controlado, o que torna possível um tráfego de informações muito além da identificação. Dezenas de objetos podem ser processados simultaneamente ao entrarem no campo de uma antena com a identificação RFID, e como o tempo de resposta das etiquetas é inferior a 0,1s, a leitura pelos sensores pode ser feita mesmo em movimento, já que as trocas de informações são rápidas.

Além disso, a identificação RFID possui imunidade a fatores externos do ambiente que poderiam causar problemas como poeira, gases, temperaturas altas e vibração, principalmente porque a etiqueta não precisa estar visível para funcionar, podendo estar embutida. Ademais, como as etiquetas de leitura possuem um sistema de fabricação extremamente complexo, a falsificação da carteira se torna difícil. Outra vantagem está na reutilização: as etiquetas RFID podem ser reaproveitadas e regravadas. Além disso, como podem ser encapsuladas e envoltas em diversos tipos de materiais, as etiquetas podem receber características como a impressão de fotos e dados.

4.4.2 Desvantagens

A principal desvantagem da tecnologia RFID está no alto custo de implementação devido a infraestrutura necessária para seu funcionamento. As etiquetas ainda têm custo bem mais alto do que os códigos de barras impressos.

Outra desvantagem é a necessidade do funcionamento do leitor/antena. Caso o leitor ou antena não estejam funcionando, a troca de informações é comprometida.

4.4.3 Comparativo com outras tecnologias

Tendo em vista a utilização massiva de outras tecnologias no mercado, é necessário fazer uma análise básica das diferenças encontradas entre elas e a tecnologia RFID.

A tecnologia que ainda é mais utilizada na identificação de pessoas e objetos atualmente e que melhor substituiria a RFID é o código de barras. O funcionamento da tecnologia do código de barras também exige alguns requisitos básicos iguais ao exigido pelo sistema RFID, sendo eles o coletor de dados, o leitor e as etiquetas. As barras são uma representação gráfica de códigos alfanuméricos. A leitura é feita através de um leitor que emite um feixe de luz e faz a leitura da etiqueta. As etiquetas geralmente são adesivas.

O Quadro 2 a seguir sintetiza algumas características de ambas tecnologias para efeitos de comparação.

Características da Tecnologia	RFID	Código de Barras
Resistência Mecânica	Alta devido ao encapsulamento	Baixa, passível a interferência na releitura
Formatos	Variados dependendo da utilização	Etiquetas adesivas
Exige Contato Visual	Não	Sim
Vida Útil	Alta	Baixa

Possibilidade de personalização	Sim	Não
Leitura Simultânea	Sim	Não
Armazenamento de dados	Alta e passível de alterações	Baixa e imutável
Funções Adicionais	Sim, sendo utilizado por bancos, transporte público, etc.	Não
Segurança	Alta	Baixa, passível de falsificações
Custo Inicial	Alto	Baixo
Custo de Manutenção	Baixo	Baixo
Reutilização	Sim	Não
Regulação	Padronização já estabelecida	Recente padronização
Disponibilidade	Menor disponibilidade de empresas no mercado	Maior disponibilidade de empresas no mercado
Rastreabilidade	Maior rastreabilidade	Não é possível rastrear
Acurácia	Maior acurácia na coleta de dados	Menor acurácia na leitura da etiqueta
Interferência	Menor interferência externa	Maior interferência do ambiente externo

Quadro 2 – Comparativo entre RFID x Código de barras. Fonte: REZENDE, 2009

O Quadro 3, por sua vez, compara as tecnologias em termos de suas funcionalidades.

Como pode ser visto a seguir:

Comparativo de Funcionalidade	
RFID	Código de Barras
Pode ser lido e escrito incontáveis números de vezes de acordo com a vida útil da tag	Permite somente leitura (Read only)
Não precisa estar a vista para ocorrer a troca de informações	Precisa estar sempre visível e a leitura tem posicionamento específico

Permite múltiplas leituras simultâneas de diversas etiquetas	Somente uma leitura por vez
Integração com base de dados	Identificação única de cada item a ser rastreado
Cada tag tem uma vida útil média de 5 anos	Necessidade de múltiplas impressões de etiquetas
Oferece resistência química, de temperatura e mecânica	Exige ambiente apropriado para utilização

Quadro 3 – Comparativo de funcionalidades. Fonte: Adaptado de IDTEC, 2003

Essas tabelas, quando analisadas em conjunto realçam a superioridade da tecnologia RFID em relação ao código de barras. Entretanto, o custo da tecnologia RFID ainda é considerado mais caro. Nos Quadros 4 e 5 abaixo, é feita uma breve comparação de custos para um exemplo típico do setor de varejo usando cada uma das alternativas.

Comparação de custos	
Varejista típico: 400 lojas, 8 centros de distribuição, 300 fornecedores.	
Usando o sistema de Código de Barras:	
Custos com impressão de etiquetas	1.5 milhão containers em circulação, 2 ciclos por semana – com retorno aleatório. Portanto, 150 milhões de etiquetas/ano ao custo de R\$ 25,00/mil. Digamos algo por volta de R\$ 1.200.000 /ano
Horas gastas na etiquetagem	Para fixar 30 etiquetas por minuto ao preço de R\$ 20,00/h. Digamos algo por volta de R\$ 1.600.000
Custos de Leitura	150 milhões leituras individuais portáteis/ano – ao custo de R\$ 20,00 por hora. Digamos - R\$ 1.600.000
Custos com manutenção com banco de dados.	Código de Barras é somente leitura, dados dinâmicos não podem ser “escritos “ no item. Digamos: R\$ 400.000 p/ano

TOTAL	R\$ 4.800.000 /ano (todos os anos), somente para manter o sistema funcionando.
-------	--

Quadro 4 – Exemplo de comparação de custos. Fonte: IDTEC, 2003

Usando o sistema RFID	
Custo de Capital	1.5 milhão de tags, para uso em repetidas vezes, (ler/escrever) com no mínimo 5 anos de vida útil, ao custo de R\$ 3 por tag
Total de custos	R\$ 4.500.000 – investidos uma só vez.

Quadro 5 – Custos RFID. Fonte: IDTEC, 2003

Esses quadros levam a conclusão de que a tecnologia de RFID pode ser vantajosa inclusive em termos financeiros. Além disso, há sempre a alternativa do uso combinado das duas tecnologias tanto para reforçar as vantagens quanto para facilitar uma implantação gradual economicamente viável.

4.5 EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

Denominado como *User Experience (UX)*, a experiência do usuário é um conceito ainda jovem que está evoluindo e refere-se ao desenvolvimento de diversos tipos de produtos e serviços desenhados e orientados para uma melhor experiência do consumidor. Este conceito está atrelado ao conceito de pensamento enxuto que será apresentado a seguir. No atual cenário competitivo, o investimento em pesquisas e iniciativas com foco na satisfação do cliente é a peça chave para conquista e manutenção dos mercados, devendo ser um objetivo central das organizações competitivas. As organizações precisam identificar os critérios mais importantes e que melhor definem a qualidade de um serviço e geram a percepção de valor para o cliente, a relação entre a qualidade do

serviço e o grau de satisfação dos clientes, o impacto da qualidade do serviço e a satisfação do consumidor em suas intenções de compra.

Trata-se de criar um sentimento de felicidade no consumidor através de um serviço, sistema ou produto e engloba todos os aspectos da interação do usuário com o negócio. NORMAN (2008) destaca que, para haver excelência em qualidade, são necessários esforços em conjunto de diversas áreas, incluindo engenharia, marketing, design gráfico, industrial e de interface.

4.6 PENSAMENTO ENXUTO (*LEAN*)

A mentalidade enxuta é um pensamento focado na especificação do que é valor para o cliente, visando alinhar as atividades que criam valor e realiza-las de forma cada vez melhor. Assim, os fluxos fluem sem interrupções e sem desperdícios de tempo e material com demandas operacionais dos agentes. WOMACK e JONES (2004) descrevem cinco princípios da mentalidade enxuta, sendo eles: especificação do valor, identificação e mapeamento do fluxo de valor, o sistema de produção puxada e a busca contínua pela perfeição.

A especificação do valor está extremamente ligada à experiência do usuário. Os gerentes das organizações precisam vivenciar o processo como clientes para poder entender o que é valor pela perspectiva deles. O fluxo de valor refere-se a todas as etapas necessárias para que a matéria prima se transforme no produto final. Dentre essas etapas, existem as que agregam valor ao processo, as que agregam valor ao negócio apenas, as que não agregam valor mas são necessárias, e as que não agregam valor e não são necessárias. O mapeamento correto dessas etapas ajuda a organização a identificar onde estão os desperdícios e como eliminá-los ou reduzi-los. Após identificar e mapear o fluxo de valor, deve-se torná-lo o mais contínuo e estável possível, sem movimentos inúteis, interrupções ou filas. (WOMACK; JONES, 2004). O

mapeamento do fluxo de valor é a ferramenta mais importante para a implantação do pensamento enxuto em uma organização.

O sistema de produção puxada garante que o próprio cliente decida o quanto será produzido de acordo com sua demanda, eliminando estoques e conseqüentemente, o desperdício. (RENTES et al, 2004).

Já a busca contínua pela perfeição quer dizer que a organização nunca deve parar de tentar eliminar desperdícios de tempo e custo, pois sempre haverá uma maneira de mudar algo e chegar mais perto do que o cliente quer.

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE CARTÕES INTELIGENTES NA UFRJ

Uma vez que os processos atuais e os problemas foram identificados, o próximo passo é projetar novos processos. Neste capítulo será descrita a proposta de carteirinha inteligente e será feito o detalhamento do funcionamento do sistema, assim como a engenharia do protótipo.

É importante ressaltar que para que a implantação do projeto tenha sucesso, toda a universidade deve estar comprometida com os princípios do pensamento enxuto. A gerência da universidade deve envolver e treinar toda a equipe de professores e servidores, disponibilizar recursos e garantir uma comunicação transparente.

5.1 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

A proposta consiste em dar a todos os alunos, servidores e professores uma carteirinha unificada no momento da matrícula, que deverá ser retornada com o desligamento do usuário da universidade.

Uma carteirinha unificada pensada a partir da tecnologia de *smart cards* e RFID melhora consideravelmente a experiência do usuário e auxilia a gestão da universidade a alocar recursos de forma inteligente.

O foco inicial do projeto consiste em fazer o controle de frequência dos alunos nas aulas de forma automatizada. A combinação de informação entre as etiquetas das carteirinhas e os sensores das portas é lida e compreendida pelo computador e repassada diretamente como “Presença” ou “Falta” para o sistema, contendo informações de horários de permanência na sala de aula, atrasos, e etc. Assim, professores não perdem tempo de aula registrando a frequência dos alunos. Todas as informações ficam armazenadas no *software*, sendo possível saber exatamente todas as pessoas que estavam em cada sala em certo horário, quem foi o último a usar certo computador ou

a quantos dias um usuário está com um livro. O sistema pode ainda ser usado para definir horários de pico nas áreas comuns, ver quais áreas tem mais movimentação e alocar recursos e esforços de acordo, evitando desperdícios.

Vale ressaltar que professores, alunos e servidores podem ter níveis diferentes de permissões, acessos e coletas de dados, de modo que informações de atrasos dos professores, por exemplo, não precisam ser computadas pelo sistema.

Uma carteirinha unificada ideal pensada no futuro abrange inúmeras funcionalidades. O quadro a seguir lista todas as possíveis atribuições do cartão, seguido por uma breve explicação das principais funcionalidades. Essa identificação de atribuições propostas foi totalmente identificada pelos próprios autores deste trabalho como complemento a algumas atribuições já vistas em universidades, principalmente universidades estrangeiras. Para sua elaboração, foram compactadas atribuições já existentes ao redor do mundo e outras pensadas pelos autores. Cabe lembrar que o presente estudo propõe a adoção gradual das atribuições, que começará pelo registro automatizado de presença dos alunos.

Identificação do usuário
Registro de pontualidade e assiduidade de alunos na presença em aulas
Acesso à bibliotecas e laboratórios
Acesso a salas de estudo, computadores e internet por departamento
Acesso à ginásios e centros esportivos
Empréstimos de livros na biblioteca
Acesso e pagamento do restaurante universitário

Acesso à residência estudantil
Pagamento de xerox
Cartão de débito e crédito
Bilhete eletrônico para transporte público
Ônibus interno universitário
Acesso e pagamento do estacionamento
Armazenamento de informações acadêmicas
Impressão de documentos oficiais em máquinas de autoatendimento
Depósito de auxílios como bolsas de monitoria e Iniciação Científica (atrelado a funcionalidade de cartão de crédito e débito)
Descontos automáticos de meia entrada para estudantes
Descontos em lojas parceiras
Registro de presença em provas, palestras e atividades extracurriculares
Homologação de horas de atividades complementares especiais (integração com sistema integrado de gestão acadêmica)

Quadro 6 – Possíveis funcionalidades da carteira estudantil inteligente. Fonte: Elaboração própria

5.1.1 Identificação do usuário

Basicamente, um cartão inteligente pode ser usado como um cartão de identidade para autenticar a identificação do usuário. O papel primário da carteirinha é ser um documento portátil contendo informações básicas como nome, data de nascimento,

número de registro e foto do usuário, que pode ser aluno, servidor ou professor, para verificar se o usuário legítimo está usando o cartão inteligente.

5.1.2 Acesso à bibliotecas, laboratórios e salas de estudo

Com a implantação de leitores de radiofrequência nas portas de salas de aula, bibliotecas e laboratórios, o cartão pode ser utilizado como chave de acesso. O cartão inteligente pode ser usado como parte de um sistema automatizado que controla a capacidade do usuário de acessar uma localização física, como um laboratório, biblioteca, sala de estudo do departamento, estacionamento, sala de professores ou qualquer outro espaço físico. Ao implementar um controle de acesso físico através de um cartão inteligente, a universidade pode controlar e atribuir acessos privilegiados, pois é possível colocar permissões diferentes e personalizadas para cada usuário. Assim, há um melhor controle do fluxo de pessoas permitindo, por exemplo, o uso 24h de salas de estudo para alunos com horários menos convencionais sem perder a segurança. Professores terão acesso físico a todas as salas do departamento, incluindo áreas exclusivas como sala de professores e banheiros próprios. Por outro lado, o acesso aos alunos pode ser restringido apenas para aqueles autorizados a entrar nos laboratórios e em certas salas de aula de acordo com suas disciplinas ou permissões autorizadas por professores. O acesso físico de diferentes níveis pode ser controlado através da escrita dos privilégios de acesso dos usuários ao seu cartão inteligente. Assim, o aluno tem permissão para abrir a sala com sua própria carteira estudantil e não precisa esperar o professor chegar. Além da maior comodidade, diminui-se a aglomeração nos corredores.

Além disso, foi estimado que em média os professores gastam 13 minutos do seu tempo para pegar e devolver as chaves na secretaria do departamento, tempo que também é desperdício para os alunos e que na nova proposta, é transformado em maior tempo de aula. Há ainda o funcionário da secretaria, que até o momento precisa parar o seu trabalho para procurar a chave e entregá-la ao professor, desperdiçando seu tempo a

cada vez que um professor a procura. Na situação proposta, não é preciso que o funcionário realize nenhuma tarefa, podendo focar exclusivamente nas atividades administrativas principais.

O cartão inteligente também pode ser usado por professores ou estudantes para reservar uma sala de reuniões ou auditório, extraindo os nomes de usuários do cartão inteligente e registrando a hora e a data da reserva.

5.1.3 Registro de Presença

Um dos processos mais urgentes de ser modificado é o controle de frequência atual, que como citado anteriormente, ainda é realizado de maneira muito tradicional. Com a carteira estudantil, a universidade pode gerar relatórios que documentem os horários de entrada e saída dos alunos das dependências do prédio. Da mesma maneira que o controle de acesso, é possível fazer o controle de presença dos alunos nas aulas através da tecnologia RFID, instalando um leitor nas portas de salas de aula. Os leitores são conectados ao sistema computacional, que realiza as leituras e lança os dados no sistema acadêmico. O sistema captura o tempo em que o cartão inteligente está passando pelo leitor e gera relatório para rastreamento e monitoramento da frequência dos alunos. Essa solução é vantajosa em relação à biometria digital ou cartão de proximidade, pois estas duas gerariam filas, além do custo do leitor. O uso da solução RFID agiliza o registro da presença sendo este realizado de forma automática sem necessidade de nenhum contato direto do aluno com o equipamento leitor.

Essa mudança economiza em média 15 minutos que normalmente são perdidos devido ao registro de frequência dos alunos. Todo o processo de registro de frequência dos alunos torna-se desnecessário. O professor apenas ministra a aula, enquanto o controle de presença é feito automaticamente pelo sistema.

Considerando que grande parte das aulas do curso de Engenharia de Produção tem duração de 02 horas, têm-se uma equação em que $A + C + E = 2$, onde A é o tempo

levado para acessar a sala, C o tempo gasto com o controle de presença e E o tempo efetivamente gasto ensinando a disciplina, podemos concluir que quanto menor forem A e C, maior o tempo de valor, que está no ensino da disciplina.

Além da menor responsabilidade para o professor e do ganho de produtividade pelo melhor aproveitamento do tempo em sala de aula para o ensino, esta medida traz uma melhor análise dos dados que não é viável com o método de monitoramento atual, além da vantagem de não utilizar tinta ou papel.

Esse monitoramento da pontualidade e assiduidade dos alunos nas aulas pode ser visto ainda como uma maneira de avaliar e premiar alunos de acordo com sua participação nas aulas.

5.1.4 Empréstimo de livros na biblioteca

O uso do cartão se expande ainda para locação de livros e computadores. O cartão inteligente irá interagir com o sistema da biblioteca para pedir livros e manter um registro de auditoria em livros que foram emprestados. O cadastro do usuário no processo se torna desnecessário, pois já se tem todos os seus dados armazenados na identificação da carteirinha. A proposta é que etiquetas RFID sejam acopladas aos livros e computadores, que em contato com a carteirinha extraia os nomes de usuários do cartão inteligente e registre a hora e a data da reserva ou retirada, armazenando automaticamente os dados no sistema. Logo, é possível saber com precisão por exemplo o tempo de permanência de um aluno com um livro, quem foi o último usuário a usar um computador, dentre outros.

Essa proposta diminui o tempo que um consumidor leva para alugar um livro na biblioteca, além de anular a presença do funcionário responsável por cadastrar os alunos e validar as retiradas e devoluções de livros. Com a carteira estudantil unificada, essas etapas são desnecessárias, liberando o bibliotecário para focar em outras atividades. Além de as etiquetas RFID facilitarem a organização e a localização do

acervo na prateleira, a proposta melhora o acesso do usuário, gera relatórios gerenciais e informações úteis que podem ser disponibilizadas para os alunos para trocas de conhecimentos entre eles, além de diminuir a possibilidade de furtos dos livros.

5.1.5 Gerenciamento do Estacionamento

Seguindo o mesmo raciocínio do acesso físico a salas de aula, o estacionamento dos carros também será autorizado para alunos, professores e servidores. O sistema de gerenciamento de estacionamento validará a entrada de professores, alunos e servidores no estacionamento quando estes estiverem portando o cartão inteligente e não permitirá que usuários sem o cartão entrem.

Esse controle de entrada no estacionamento no campus do Centro de Tecnologia da UFRJ já vem gerando problemas pois há muitos professores que não conseguem vaga no estacionamento porque o mesmo está sendo utilizado indevidamente por pessoas que não tem vínculo com a universidade. A proximidade do campus com o aeroporto faz com que usuários do aeroporto estacionem o carro no estacionamento do CT.

5.1.6 Transporte público e ônibus universitário

Seguindo o mesmo raciocínio do acesso físico a salas de aula, O acesso ao transporte público no campus também pode ser liberado através da identificação com a carteirinha.

5.1.7 Validação para provas unificadas

Outra possível usabilidade do cartão trata-se da autenticação do aluno na execução de provas e avaliações. Com essa tecnologia aplicada também às folhas de papel, é possível identificar se os dados do aluno presente são os do aluno que deveria prestar o exame, evitando fraudes.

5.1.8 Alimentação no Restaurante Universitário

É proposta a informatização do acesso ao Restaurante Universitário por, com roletas responsáveis por liberar o acesso e fazer a identificação e o pagamento

automaticamente através da carteirinha estudantil. O conceito de pagamento a débito está relacionado a próxima função citada, que sugere a utilização do cartão como um cartão pré-pago. Essa proposta diminui consideravelmente o tempo de fila, identificação e pagamento, representando um ganho de aproximadamente 15 minutos para o consumidor na atividade de se alimentar no restaurante universitário. Além disso, a presença do funcionário responsável por conferir horário e identificação e receber o pagamento é desnecessária.

Além disso, como não há movimentação com dinheiro em espécie, a solução é mais higiênica, além de dificultar fraudes e disponibilizar informações tanto para alunos quanto para a gerência. Para ilustrar, um aluno pode saber quanto gastou com alimentação naquele mês, comparar com meses anteriores, ver quais horários estão mais cheios ou mais vazios e assim escolher melhor em que momento deseja comer. Seguindo o mesmo raciocínio, é mais fácil para a gerência do restaurante universitário saber quantas pessoas estão frequentando o estabelecimento por dia, quais dias recebem mais alunos, quais horários de pico de manhã e à noite, tempo médio de permanência de um aluno no restaurante, dentre outros.

5.1.9 Pagamentos

O cartão inteligente multiuso também pode ser usado para realizar transações bancárias, podendo atuar como um cartão pré-pago que pode ser recarregado via boleto ou cartão de débito, pelo qual o usuário poderá fazer qualquer transação que exige pagamentos em dinheiro na universidade, como restaurantes, cópias e impressão, compras de papelaria/livros, ingressos de festas, abastecer no posto de gasolina e ainda comprar com desconto de meia entrada (cinemas e teatros). Neste último caso, além da conveniência do próprio pagamento, o sistema já computaria as horas de atividades complementares exigidas pela faculdade.

A tecnologia NFC permite a troca segura dos dados por estarem criptografados. Segundo PERIN (2017), no Brasil quase 3 milhões de equipamentos já contam com

essa funcionalidade, seja em cartões, celulares ou pulseiras chamadas *cashless*. Essa função deve vir atrelada a máquinas de autoatendimento para recarga do crédito espalhadas por todo o campus universitários. O ideal é ainda que um histórico das transações possa ser acompanhado por meio do sistema integrado de gestão acadêmica (SIGA) ou outro sistema, servindo também como um local para recarga online.

5.1.10 Emissão de documentos

Além disso, haverá um software para a gestão de todos os dados recebidos pela tecnologia, gerando relatórios periódicos tanto para a gerência da universidade quanto para os usuários, criando um sistema de gestão da informação eficiente e integrado. Considerando uma integração do sistema com o SIGA da UFRJ, é possível ainda que os terminais de autoatendimento para recarga funcionem para impressão de documentos como declarações e certidões.

5.1.11 Descontos de meia entrada para estudantes

A nova carteirinha pode ainda adotar os padrões estabelecidos, com certificação digital, para aceitação de meia entrada em diversos estabelecimentos, o que a carteirinha atual adotada na UFRJ não tem. Pode-se ainda negociar outros descontos e programas de fidelização com comércios dentro do campus, como restaurantes e Xerox do CT.

5.2 BENEFÍCIOS

São muitas as vantagens de se propor a adoção de um cartão multi-utilidades para universidades como a UFRJ.

Entre os benefícios percebidos, pode-se citar: melhor experiência do consumo para os alunos, controle de acesso e segurança dos alunos dentro dos prédios universitários, aumento do tempo efetivo de aula.

Além de uma alta capacidade de processamento, a automatização de processos que até o momento são feitos manualmente reduz erros provenientes dos humanos, aumentando a eficiência nas operações do dia a dia.

5.3 ESCOLHA DA TECNOLOGIA

Os cartões inteligentes com chip RFID foram escolhidos para esse projeto por poderem funcionar como um processador ou dispositivo operacional para várias funções, incluindo processar de dados, computar cálculos, executar criptografia para segurança de dados e armazená-los de acordo com seu sistema operacional. Os cartões têm boa capacidade de armazenamento que interage com as salas de aula, laboratórios, bibliotecas e sistemas de gerenciamento; proporcionando maior segurança em termos de autenticação dos estudantes e confidencialidade de dados.

5.4 ADERÊNCIA DOS *STAKEHOLDERS*

Antes de focar nas funcionalidades da carteira estudantil, é preciso entender se de fato a solução resolve o problema para os interessados. A aceitação dos usuários ao emprego de uma nova tecnologia é sempre um fator crítico para sua implementação e utilização. Pensando nisso, foi elaborada uma pesquisa de satisfação inicial para avaliar a aderência ou não dos alunos ao projeto. Um questionário é uma maneira de baixo custo e alto grau de confiabilidade de testar as hipóteses. Seguindo novamente o princípio da manufatura enxuta, o questionário é uma maneira rápida de se obter *feedback* com pouco esforço.

Fez-se um formulário simples que foi divulgado para alunos da Universidade Federal do Rio de Janeiro do campus da Ilha do Fundão através de grupos de e-mail e de WhatsApp. Fechado após três dias do seu lançamento, o formulário obteve 459 respostas, de um total de mais de 5.200 alunos, sendo esta uma representatividade aproximada de 9%.

Quando perguntados se desejariam que a universidade aderisse às carteirinhas inteligentes, 96,9% dos alunos que responderam à pesquisa afirmaram que sim. (445 alunos), como ilustrado no gráfico abaixo.

Você desejaria que o Fundão implementasse essas carteirinhas?

459 respostas

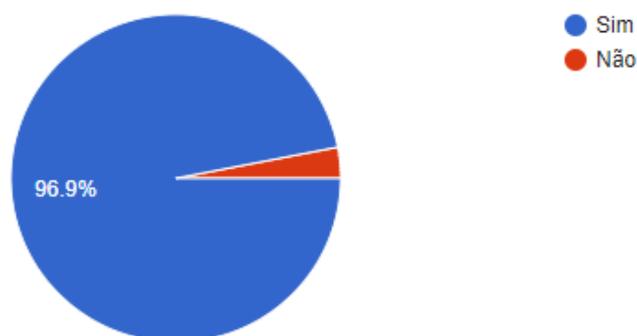


Figura 5 - Adesão dos alunos à implantação da carteira estudantil. Fonte: Elaboração própria

Em relação às funcionalidades mais relevantes, a identificação estudantil (93,7%), o acesso e pagamento ao restaurante universitário (86,3%), e o acesso à biblioteca e salas de estudo dos departamentos (77,1%) foram os mais votados, seguidos por locação de livros (76,7%), acesso ao estacionamento (72,5%), bilhete eletrônico para transporte público (62,1%), pagamentos diversos em débito (34,2%) e controle de frequência de alunos (33,1%), como ilustrado no histograma abaixo.

Quais funcionalidades abaixo você vê como mais relevantes?

459 respostas

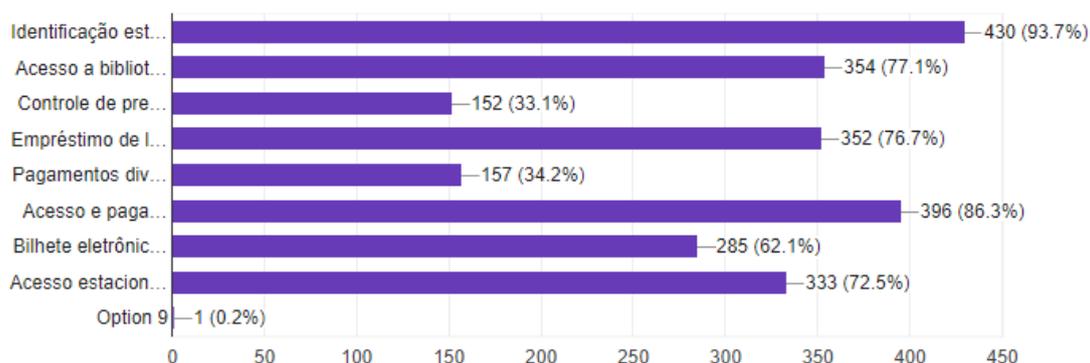


Figura 6 - Funcionalidades relevantes para carteira estudantil inteligente. Fonte: Elaboração própria

A última pergunta do questionário avaliou até quanto os alunos estariam dispostos a pagar para ter a carteira estudantil. Destes, 10,7% dos alunos responderam não estar dispostos a pagar pelo serviço, 25,3% estariam dispostos a pagar R\$10, 32% pagariam até R\$20, 22,7% pagariam R\$30, e 9,4% pagariam até R\$50, como ilustrado no gráfico abaixo. Ou seja, aproximadamente 90% dos alunos que responderam questionário estariam dispostos a pagar pelo cartão. Esse resultado, entretanto, deve considerar que alunos que responderam o formulário podem não representar estatisticamente a verdadeira situação financeira de parte dos alunos da UFRJ dado que foi um questionário enviado por email para alunos de engenharia num curto intervalo de tempo.

Se essa carteirinha fosse cobrada, até quanto você estaria disposto a pagar? (Pagamento único)

459 responses

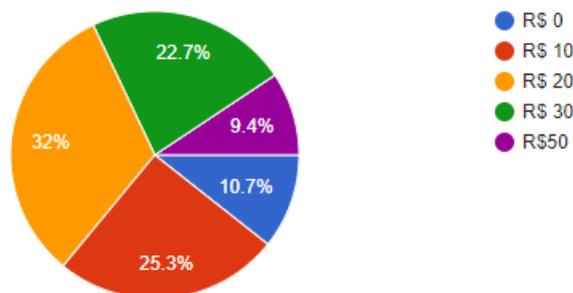


Figura 7 - Faixa de preço disposto a pagar pela carteira estudantil inteligente. Fonte: Elaboração própria

O resumo do questionário se encontra no Apêndice A. Esse resultado mostra que apesar da automatização do controle de presença ter menos relevância para os alunos do que todas as outras funcionalidades, a solução e proposta de valor oferecidas despertam entusiasmo suficiente nos alunos para que eles usem, ou até comprem, a solução.

Da mesma maneira, foi feito um questionário de satisfação com professores da Poli. Procurou-se fazer perguntas semelhantes às feitas no questionário dos alunos. Foram obtidas 29 respostas, em um universo composto por 208 professores, o que quer dizer que 14% dos professores da Poli participaram da pesquisa.

Dos resultados, apenas um professor se mostrou contrário a apoiar a implantação de uma carteira estudantil inteligente para os alunos, ou seja, 96,6% dos professores enxergam de maneira positiva a adoção da tecnologia de cartões inteligentes na UFRJ, como pode-se ver na Figura 8 a seguir. Esse resultado é semelhante a adesão por parte dos alunos.

Você apoiaria a implantação dessas carteiras para alunos na UFRJ?

29 respostas

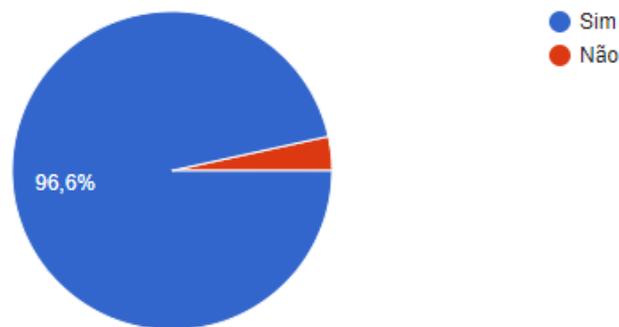


Figura 8 - Adesão dos professores à implantação da carteira estudantil.

Fonte: Elaboração Própria

Quando perguntados se veem valor na utilização de carteiras estudantis para controle de presença dos alunos de forma automatizada, a porcentagem de favoráveis foi um pouco menor, sendo estes 75,9%, como ilustrado no gráfico abaixo.

Você vê valor na utilização de carteiras estudantis para controle de presença dos alunos de forma automatizada?

29 respostas

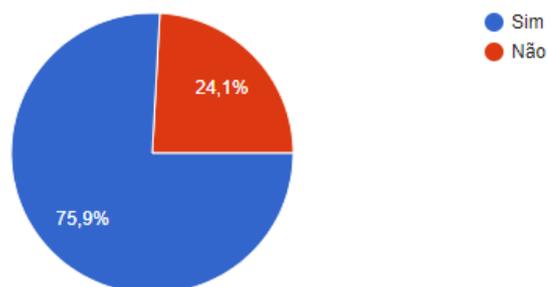


Figura 9 - Porcentagem de professores que veem valor no controle automatizado de presença com a carteira estudantil.

Fonte: Elaboração própria

Em relação às funcionalidades mais relevantes, a identificação estudantil (96,6%), o acesso à biblioteca e salas de estudo dos departamentos (82,8%), locação de livros

(65,5%) e o acesso ao estacionamento (65,5%) foram os mais votados, seguidos pelo controle de frequência de alunos (58,6%), pelo acesso e pagamento ao restaurante universitário (58,6%), bilhete eletrônico para transporte público (44,8%) e pagamentos diversos em débito (10,3%).

A pergunta mais controversa e que teve baixa aderência como resultado foi quando perguntados “ Você estaria disposto a participar de um projeto piloto exploratório para controle automático de presença dos alunos? ”. Somente 51,7% dos professores estariam dispostos a participar.

Você estaria disposto a participar de um projeto piloto exploratório para controle automático de presença dos alunos?

29 respostas

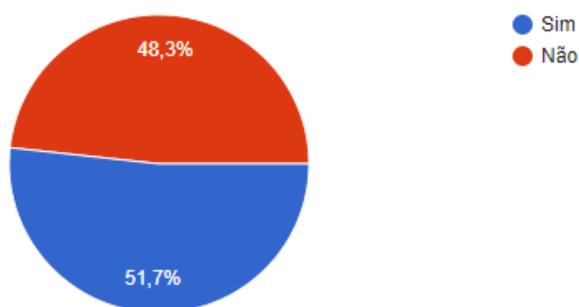


Figura 10 - Porcentagem de professores dispostos a participar do projeto piloto. Fonte: Elaboração própria

Apesar disso, 93,1% dos professores gostariam de utilizar o cartão inteligente para o acesso ao estacionamento e salas da UFRJ.

Você gostaria de utilizar o cartão inteligente para o acesso ao estacionamento e salas da UFRJ?

29 respostas

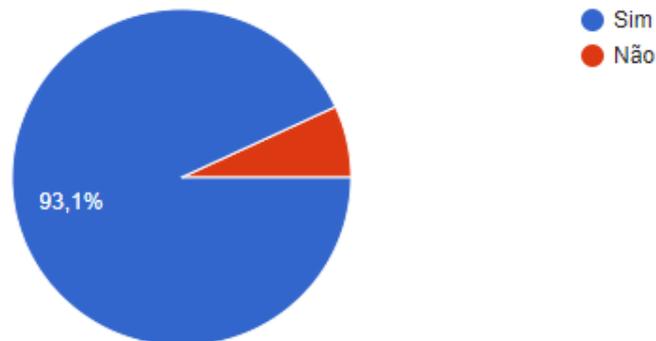


Figura 11 - Porcentagem de professores que gostariam de utilizar o cartão inteligente para acesso. Fonte: Elaboração própria

Ambas informações quando combinadas são curiosas, pois enquanto apenas 50% do total de professores participantes estaria disposto a participar do projeto piloto como teste, 90% deles teria interesse em utilizar o cartão para facilitar o acesso a salas de aula e estacionamento. Isso traz alguns questionamentos sobre o motivo da baixa adesão ao controle de presença, o que é curioso pois quase 76% afirmaram ver valor na funcionalidade.

Um aspecto importante para a continuidade do projeto é que se têm como resultado o e-mail de 14 professores que estariam dispostos a participar de projetos pilotos exploratórios na universidade para testar a funcionalidade de controle de assiduidade e pontualidade dos alunos. Esses e-mails, assim como um sumário de todos os resultados do questionário, se encontram no apêndice deste trabalho.

Uma conclusão que pode-se tirar do resultado dos questionários é que, pela pesquisa, há indícios de que tanto alunos quanto professores, são mais favoráveis ao projeto quanto mais a funcionalidade do cartão lhe traz benefícios ao invés de exercer um papel

de controle. Esse resultado torna ainda mais difícil o uso da tecnologia em uma universidade federal onde professores desfrutam de liberdade quanto aos horários.

Este trabalho tem como foco principal a perspectiva dos alunos e professores. Entretanto, faz-se também necessário analisar a adesão por parte da gestão universitária. Esta análise pode ser feita através de questionários ou entrevista e é importante para se obter autorização para testar o projeto piloto.

6. PROJETO PILOTO EXPLORATÓRIO

Um projeto piloto exploratório é um projeto prático que visa experimentar a implantação de uma solução, simulando o seu uso real em menor escala. É nesta fase prática de execução que se cumprem ou implantam todos os elementos previamente planejados de modo efetivo e analítico principalmente para tratar possíveis obstáculos constatados que exijam ações corretivas no projeto. Assim, o experimento é importante porque produz dados para embasar a decisão de realizar ou não a implantação definitiva, atuando como uma análise de risco para que alunos, professores e reitoria entendam de fato o funcionamento e os benefícios do cartão inteligente. Quanto mais informações sobre as dificuldades e ameaças, menores os riscos inerentes à tomada de decisão futura. Essa etapa é fundamental para obter aprovação da reitoria e evitar a rejeição de professores ou alunos após o desenvolvimento do projeto.

Esta seção identifica os requisitos para que o protótipo seja implantado para testar e validar o monitoramento de assiduidade e pontualidade dos alunos em uma turma específica do Departamento de Engenharia Industrial. Recomenda-se que o teste piloto tenha duração de um mês e seja feito com uma turma de Tópicos Especiais em Sistemas da Engenharia com Ênfase em Gestão da Produção, lecionada pelo professor Eduardo Galvão Moura Jardim.

Essa escolha justifica-se por alguns fatores: (1) o modo atual de avaliação da disciplina não inclui provas, dependendo da assiduidade, pontualidade e participação dos alunos;

(2) cada turma ingressante no semestre possui em média 10 alunos, ou seja, ao mesmo tempo em que a turma pequena facilita o teste piloto, tem-se dados suficientes para prova de precisão e consistência; (3) o professor atualmente responsável pela disciplina apoia o projeto e estaria disposto a participar do teste.

Esse teste de validação fornece a garantia final de que o software atende a todos os requisitos funcionais, verifica se todos os elementos correspondem adequadamente e o quanto o desempenho geral do sistema é significativo.

O projeto piloto necessita ainda de aprovação da chefia do DEI antes de ser implementado.

6.1 O PROBLEMA

Embora a universidade venha operando suas ações administrativas manualmente por muitos anos, observa-se muitos desafios na gestão de estudantes, gerenciamento de bibliotecas e gerenciamento de Tecnologia da Informação (TI). Conforme discutido ao longo deste trabalho, um dos principais problemas enfrentados pela UFRJ que podem ser solucionados pela carteira estudantil inteligente é o registro de comparecimento dos alunos. Há queixas de estudantes que não assistem a aulas, mas seu nome foi assinado na lista de presença pelos amigos.

6.2 HARDWARE

Um dos principais pontos para elaborar o projeto piloto é o reconhecimento dos requisitos básicos necessários para a aplicação em termos de estrutura. O objetivo da implantação do sistema deve ser o gradativo crescimento de funcionalidades da tecnologia aplicada como sugerido no decorrer deste trabalho. Portanto, deve-se desde o projeto piloto, pensar na escolha e manutenção da tecnologia e dos equipamentos que abranja também as outras funcionalidades.

Assim, em um primeiro momento, os requisitos mínimos para a implantação do sistema são:

- Computador pessoal com microprocessador Pentium 4 ou superior, Mínimo de 128 Mega Bite (MB) de *Random Access Memory* (RAM), espaço livre em disco rígido de 10 gigabits e 3 portas *universal serial bus* (USB)
- Cartões inteligentes com um mínimo de 64MB de cartão de memória que operem na frequência alta (geralmente 13,56MHz).
- Leitor fixo compatível com o computador e com a frequência selecionada, homologado pela Anatel
- Navegador de internet 6.0 ou superior

A frequência alta foi escolhida por ser a mais utilizada em cartões inteligentes em todo o mundo e por ser também utilizada para os pagamentos sem contato (NFC). Essa frequência é a única utilizada em RFID que é aceita em todos os países do mundo. Ela tem alcance inferior a dois metros e sua velocidade de transferência é de aproximadamente 25kbit/s.

É preciso ainda atentar para questões de conformidade com a legislação. No Brasil, é de suma importância o uso de leitores que são homologados pela Anatel. (DIAS, 2014).

6.3 SOFTWARE E BANCO DE DADOS

O número identificador da carteira estudantil é obtido pelo leitor RFID é enviado para o software, que após realizar o devido processamento e tratamento dos dados, envia o registro de entrada e saída dos alunos nas salas de aula para o servidor *web*. O servidor *web* é composto por um banco de dados e uma aplicação *web* para que os usuários possam acessar, editar e localizar informações. No banco de dados ficam armazenados todos os registros de acesso, incluindo um saldo total de faltas e atrasos que pode ser consultada pelos alunos.

A estrutura de integração do sistema com o banco de dados é apresentada de forma simplificada abaixo:

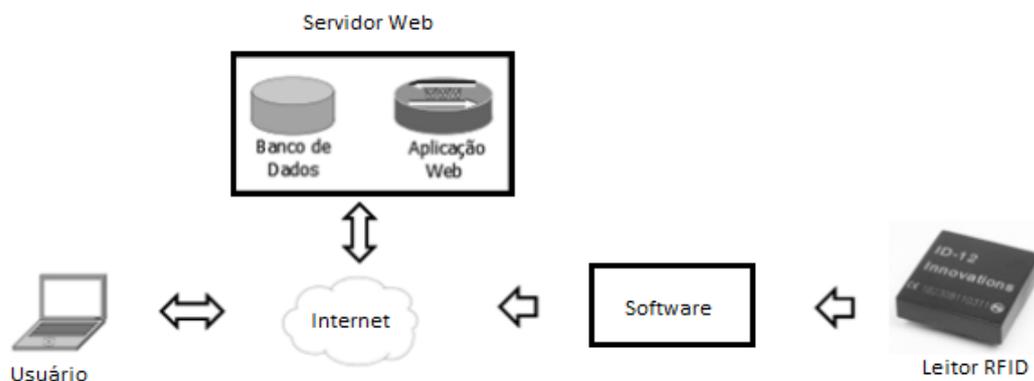


Figura 12 - Modelo do sistema de controle de acesso. Fonte: Adaptado de (GARCIA, 2013)

O middleware é o responsável por abrir e configurar a comunicação com a porta, tratar dados, registrar os horários, calcular o tempo de permanência do aluno na sala de aula, fazer a interface com os usuários, conectar e comunicar com o banco de dados.

É necessário ainda um software de gerenciamento que faça o cadastro e a listagem de alunos e gere relatórios integrados com sistemas já existentes. A especificação, modelagem e desenvolvimento do software podem ser feitos através de mão de obra externa ou através de projetos internos da UFRJ.

O banco de dados levará em conta inicialmente os registros básicos dos alunos na UFRJ, podendo ser extraído dos registros já existentes. Entre esses dados, pode-se citar: (1) Número de matrícula, (2) Nome completo, (3) Data de nascimento, (4) Curso.

6.4 FORNECEDORES

Além de considerar os custos e a qualidade do serviço de hardware e softwares envolvidos na implantação e na futura manutenção, a escolha de fornecedores deve considerar ainda que o projeto escolhido inicialmente deverá seguir um padrão mínimo

de integração para evitar retrabalhos na expansão em níveis. Deve-se também considerar as referências, a experiência em projetos da mesma área, a tecnologia utilizada e a facilidade de integração com outros sistemas; o tempo média de instalação, o custo do pós-venda e a adoção dos padrões internacionais.

Neste trabalho, sugere-se que sejam feitos orçamentos com empresas que cuidam de toda a instalação e manutenção ao invés de comprar separadamente o cartão com o chip incorporado e a API.

6.5 INTEGRAÇÃO

A integração do sistema RFID com sistemas pré-existentes é um requisito básico dado que já existe um modelo de tratamento de dados dos alunos que estudam na universidade, o SIGA.

6.6 INSTALAÇÃO

O local escolhido para a implantação do projeto foi o Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, localizado na Ilha do Fundão, como mostra a Figura 13.

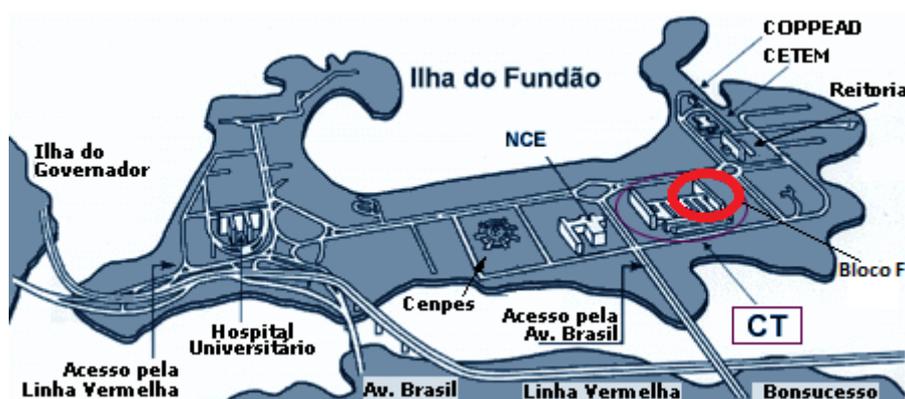


Figura 13 - Mapa Ilha do Fundão. Fonte: Adaptada de Portal DEL (2008)

O local escolhido para o projeto piloto é a sala F-100, localizada no início do Bloco F do Centro de Tecnologia. A escolha deve-se ao fato de que neste bloco são ministradas as matérias do curso de Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial, local que serviu de base para o mapeamento da situação atual da

universidade no decorrer deste trabalho. A sala F-100 é uma pequena sala onde são ministradas disciplinas com menor número de alunos inscritos, se mostrando mais propícia para o estudo proposto.

6.7 AVALIAÇÃO

Colher a avaliação dos usuários finais é de suma importância. Sugere-se que durante o projeto piloto seja aplicado um questionário de satisfação para colher feedbacks e sugestões. Os alunos terão a oportunidade de opinar, socializando e difundindo os resultados e opiniões do projeto. Cabe uma avaliação crítica da qualidade dos resultados da pesquisa visando sempre uma melhora dos aspectos criticados.

6.8 CUSTOS

Esta seção identifica o custo para as tomadas de ações do projeto, que precisa ser viável dentro da realidade financeira atual da instituição. Apesar da burocracia presente na UFRJ por se tratar de uma universidade federal, o projeto piloto pode ser custeado por professores e alunos interessados.

É apresentada uma estimativa de custos com base na bibliografia e em pesquisas feitas com fornecedores.

Tabela 1 - Custos do Projeto Piloto. Fonte: Elaboração própria

Especificação	Quantidade	R\$ Unitário	R\$ Total
Computador	1	2.500,00	2.500,00
Leitor wireless	1	1.250,00	1.250,00
Nobreak	1	500,00	500,00
Etiqueta passiva UHF	10	5,00	50,00
Coletor de Dados	1	9.150,00	9.150,00
Licença do software	1	3.000,00	3.000,00
Treinamento em horas	10	180,00	1.800,00
TOTAL			18.250,00

6.9 RISCOS À INSTALAÇÃO

- Aumento dos custos do projeto: O preço orçado foi para um projeto piloto visando o controle da frequência dos alunos. Para uma possível expansão de funcionalidades é possível que os preços possam variar
- Falha no gerenciamento do projeto: Possíveis impedimentos burocráticos por se tratar de uma universidade federal.
- Fuga do cronograma: Extensão dos prazos de implantação estipulados previamente.
- Falha ou atraso para liberação de verbas: Devido a licitações e processos internos a liberação de verba pode ser dificultada.
- Compra de produtos de baixa qualidade: O não conhecimento profundo do mercado pode comprometer a qualidade dos produtos escolhidos para o projeto piloto.
- Falha ou interferência da leitura das *tags*: O ambiente escolhido para o projeto piloto sofrer interferências externas que comprometam a leitura.

7. IMPLANTAÇÃO DO PROJETO EM NÍVEIS

Com a conclusão do projeto piloto, é preciso apresentar seus resultados para as autoridades responsáveis na UFRJ. Uma vez que a reitoria e outros setores reconheçam e aceitem a proposta, o protótipo servirá como base para o desenvolvimento do sistema em outros níveis e para outras funcionalidades, como é visto neste capítulo.

Assim, sugere-se que o projeto seja desenvolvido em níveis de acordo com suas funcionalidades, podendo ser testado e aprovado pelo usuário antes de prosseguir para um ciclo diferente. A descrição do processo de utilizar a estratégia de validação de ciclos é apresentada abaixo:



Figura 14 - Metodologia de validação em ciclos. Fonte: Adaptado de LITERIS TREINAMENTO ONLINE, 2016

Essa metodologia visa utilizar sequências curtas ao invés de uma sequência longa de projeto, criando etapas que podem ser testadas em uma circunstância cada vez mais próxima da real. Dessa forma, pode-se separar a estratégia de implantação do projeto nos seguintes níveis:

Nível 1: Projeto Piloto - Controle de assiduidade e pontualidade em uma turma específica do departamento de engenharia industrial.

Nível 2: Controle de assiduidade e pontualidade das disciplinas do departamento de engenharia industrial de uma turma de 1º período do curso de Engenharia de Produção.

Nível 3: Controle de assiduidade dos alunos de todos os cursos da Escola Politécnica ministrados no Centro de Tecnologia.

7.1 CAPACITAÇÃO

A capacitação e treinamento de todos os agentes envolvidos no projeto se dá necessária dada a quebra de cultura organizacional e processual existente. Há anos o controle de presença, as formas de acesso e pagamentos no ambiente universitário são os mesmos. Essa mudança proposta traz resistências limitações. Por isso, faz-se necessário capacitar todos os colaboradores e agentes envolvidos para lidar com a nova tecnologia, sendo eles os professores, funcionários e alunos. É necessária uma equipe interna voltada para a implantação e uso da tecnologia para planejar e gerenciar o processo de transformação que a introdução do sistema de cartões inteligentes representa. Esse custo de treinamento de funcionários também deve ser considerado dado que a mudança de uma cultura organizacional não se dá instantaneamente.

7.2 RESPONSABILIDADES

Esta etapa da pesquisa identificará quem executará as ações do projeto para atingir os objetivos das atividades iniciais (*what*) e as motivações (*why*). Cada ação de cada etapa precisa ter um responsável. Define-se então quem fará quais atividades, ou seja, a quem caberá o cumprimento de cada etapa para a concretização dos objetivos desejados. Na UFRJ a definição de quem fará muitas vezes depende de processos burocráticos e licitatórios, porém o controle dos responsáveis pode ser previamente definido.

7.2.1 Autoridade emissora central

A Autoridade emissora central basicamente emitirá certificados digitais para as carteirinhas inteligentes e garantirá que todos os certificados sejam autênticos através da criptografia.

7.2.2 Autoridade de registro

A Autoridade de Registro é o departamento responsável por registrar estudantes novos e que retornam que estão usando a carteirinha inteligente. Quanto aos novos alunos, cada departamento tem que registrar os detalhes dos alunos em um cartão inteligente e solicitar o certificado digital do aluno da autoridade emissora central. Para estudantes que retornam após intercambio ou trancamento, a faculdade precisará renovar o certificado digital e atualizar o status de registro do aluno. Este também é o departamento responsável por cancelamento e nova emissão de uma nova via em caso de perda ou roubo da primeira.

7.2.3 Central da Base de Dados

É necessária uma coleção de bancos de dados contendo certificados dos estudantes. Cada vez que um estudante usa sua carteirinha, o sistema irá validar se ele é elegível ou não para usar as dependências da UFRJ, conferindo o certificado no cartão inteligente com o certificado no banco de dados. Isso permitirá que a universidade restrinja pessoas não autorizadas para usar as instalações. Esse banco de dados pode ser aberto e acessível a todos os alunos e funcionários, inclusive para que possam avaliar a validade dos certificados em termos de data de renovação e data de expiração.

7.2.4 Usuários

Os usuários de cartões inteligentes são basicamente estudantes, professores e servidores que usam as instalações da universidade com o seu cartão inteligente. O cartão inteligente autenticará os alunos para provar que eles são estudantes legítimos. É responsabilidade dos usuários portar o cartão inteligente em todos os momentos que estiver usando as dependências da UFRJ, não o perder e também não emprestar seu cartão para outros usuários, respeitando a funcionalidade do sistema.

7.3 VISÃO TÉCNICA GERAL

Como um único cartão será usado para integrar vários processos, o quadro abaixo representa uma visão geral da estrutura técnica necessária para processamento e integração das informações.

Normalmente, um cartão inteligente tem seu próprio sistema operacional ou estrutura de dados. O sistema operacional atuará como um sistema de segurança para proteger todas as informações confidenciais dos usuários, incluindo sua chave privada e certificado digital, para que sejam processadas dentro do cartão inteligente sem permitir que “saíam” do cartão.

Como citado anteriormente, o cartão inteligente precisa de um protocolo para se comunicar com os dispositivos externos, chamados API. Como um cartão inteligente só pode ser lido por um leitor de cartão inteligente, serão necessárias duas APIs: a API do cartão inteligente e a API do leitor do cartão inteligente. Uma API de cartão inteligente é uma aplicação específica que varia de outras aplicações do cartão inteligente. Isto é importante para evitar qualquer forma de falsificação ou imitação do cartão. Quanto às APIs do leitor do cartão inteligente, elas são padronizadas para todos os leitores de cartões inteligentes. Ou seja, o cartão pode fornecer informações a qualquer leitor independentemente da marca e fabricante.

Cada cartão inteligente também irá armazenar o API das funcionalidades da carteirinha (presença, biblioteca, salas e laboratórios, restaurante universitário e estacionamento), para que as respectivas APIs se comuniquem com o sistema de cartão inteligente. Por exemplo, quando um aluno entra em sala de aula com seu cartão, a API de presença no cartão inteligente irá se comunicar com o módulo de registro de presença do servidor da UFRJ. A informação do comparecimento será comunicada e armazenados tanto no banco de dados da funcionalidade de presença como no cartão inteligente através do módulo de presença.

ANÁLISE CRÍTICA

Apesar do crescimento rápido das aplicações das tecnologias RFID, a diminuição do custo de implementação das últimas décadas, ainda existem diversas barreiras que precisam ser superadas para o sucesso de um sistema de carteiras inteligentes em operação na UFRJ.

Dentre os desafios e barreiras, pode-se citar o custo. O Brasil ainda é um país com tecnologia incipiente e sérias restrições orçamentárias. O governo não providencia recursos suficientes no setor de educação para que as instituições possam de fato competir a nível tecnológico com universidades internacionais. Apesar da diminuição gradativa com o tempo do custo de tecnologias RFID, ela ainda exige um investimento alto quando comparada a outras tecnologias de controle de dados como o código de barras ou simplesmente os papéis impressos. A atual conjuntura financeira da Universidade Federal do Rio de Janeiro torna o momento pouco propício para este tipo de investimento.

Entretanto, não são só os custos ou dificuldade técnica que restringem a aplicação da tecnologia. Precisa-se ressaltar a influência da cultura organizacional: a cultura de anos e anos instaurada em uma instituição de ensino não é facilmente alterada. Nota-se que o emprego dos cartões inteligentes na universidade gera dificuldades humanas na assimilação de grandes mudanças no processo. A principal restrição da aplicação do controle de frequência, por exemplo, está no uso por parte de funcionários públicos, como professores. Essa implantação reduz o número de faltas e aumenta o comprometimento dos mesmos com a universidade, mas um controle de ponto seria recebido com forte resistência pelos funcionários. Além disso, seria interessante implantar um sistema integrado de xerox, podendo também haver resistência por parte dos prestadores do serviço.

Outra barreira a ser considerada é a falta de normas e padrões que possam ser utilizados como diretrizes. Não existe nenhum tipo de padrão mundial aplicado as tecnologias RFID, muito menos quando relacionada com instituições de ensino superior. Diversas universidades pelo mundo utilizam essa tecnologia já em seus processos, porém cada uma utiliza seu próprio modelo de forma personalizada, de acordo com as demandas de cada uma.

Considerando funcionalidades fundamentais e obrigatórias como controle de presença, alimentação, e acesso a bibliotecas, a carteira estudantil deve ser gratuita, pelo menos a primeira via. Deve-se pensar em um tempo de transição antes da obrigatoriedade e garantir que após a matrícula os alunos novos já tenham a carteira desde o início do período.

Um dos grandes desafios para a implantação dos cartões inteligentes também está na dificuldade de definir o impacto estratégico e o real ganho com a implantação, assim como em mensurar os custos totais inerentes a essa inovação para de fato calcular o retorno do investimento (ROI), o que dificulta na negociação e busca de apoio com entidades e autoridades dentro da própria universidade. Além da reitoria, pode-se citar empresas como Santander e RioCard. Buscar parcerias com bandeiras de cartão também é uma alternativa para eliminar os custos da carteirinha para os estudantes.

Além disso, deve-se pensar ainda na API para ligar os dados do SIGA – sistema de gerenciamento vigente – com outros serviços, podendo haver diversos problemas na integração do sistema RFID com outros sistemas já vigentes na UFRJ. A etapa da integração com os sistemas já existentes e em funcionamento é uma peça chave e requer disponibilidade de mão de obra e conhecimento para tal. Há de se considerar ainda o tamanho da UFRJ e a dificuldade de expandir o projeto para sua totalidade.

Outro desafio refere-se ao tempo para emissão do cartão. A carteirinha de papel atual já demora 6 meses para ficar pronta, trazendo o questionamento de em quanto tempo se conseguirá entregar o novo cartão.

Essa implantação da carteira inteligente é, na verdade, um primeiro passo no âmbito universitário rumo à modernização tecnológica. O mundo está caminhando para a Internet das Coisas, onde todas as informações, espaço físico e virtual estarão interligados. É necessário que as universidades, assim como organizações bem-sucedidas, invistam esforços tecnológicos para não ficar em desvantagem. A tendência é que num futuro próximo, ao invés de carteirinhas inteligentes ou até *wearables*, os chips sejam implantados no corpo humano, transformando as pessoas em centauros, parte homem parte máquina.

CONCLUSÃO

Os efeitos transformacionais das inovações tecnológicas são impactantes. Considerando a Universidade Federal do Rio de Janeiro, foi feita uma análise de como implantar tecnologias de cartões inteligentes e identificação por rádio frequência no ambiente universitário através de carteiras estudantis multifuncionais para aprimorar o funcionamento meio acadêmico.

Foram identificadas 20 funções para a carteira estudantil, sendo elas: (1) Identificação do Usuário; (2) Registro de assiduidade e pontualidade dos alunos; (3) Acesso à bibliotecas, salas de estudo e laboratórios; (4) Empréstimo de computadores e uso de internet; (5) Acesso à ginásios e centros esportivos; (6) Empréstimo de livros na biblioteca; (7) Acesso e pagamento do restaurante universitário; (8) Acesso à residência estudantil; (9) Pagamento de Xerox; (10) Cartão de débito aceito no comércio no campus; (11) Bilhete eletrônico para transporte público; (12) Acesso ao ônibus interno universitário; (13) Acesso e pagamento do estacionamento; (14) Armazenamento de informações acadêmicas; (15) Impressões de documentos oficiais em máquinas de atendimento; (16) Depósito de auxílios como bolsas de monitoria e Iniciação Científica; (17) Descontos automáticos de meia entrada para estudantes; (18) Descontos em lojas parceiras; (19) Registro de presença em palestras e atividades extracurriculares e (20) Homologação de horas de Atividade Complementar Especial (ACEs). Dessas, as atribuições (2), (8), (12), (14), (16), (17), (19) e (20) são atribuições inovadoras quando comparadas com a utilização de cartões inteligentes em outras universidades mundo afora.

Para testar a hipótese de que a carteira estudantil seria bem aceita pelos usuários, foram feitos questionários de aderência, obtendo como resultado a aceitação de 93,7% dos alunos que responderam ao questionário e 96,6% dos professores.

Como a implantação da carteira estudantil com todas as funcionalidades listadas acima é um problema complexo, foi definido um método de implantação da carteirinha com várias etapas, mostrando um caminho que uma universidade, mesmo que pública, pode seguir para avançar tecnologicamente. É sugerida então, como estratégia, a execução de um projeto piloto exploratório com custo estimado de R\$18.250,00 para o controle automatizado de assiduidade e pontualidade dos alunos.

Além da conveniência e facilidade gerada para alunos, o grande impacto alcançável pela proposta está no gerenciamento de informações para a faculdade. Cada vez mais, os estabelecimentos educacionais geram e armazenam estatísticas eletrônicas para seus alunos usando cartões inteligentes. Todas as informações coletadas pelo cartão são armazenadas e se transformam em relatórios, sendo possível saber exatamente todas as pessoas que estavam em cada sala de aula em determinado horário ou quem foi o último a usar um computador, por exemplo.

A gestão dessas informações pode ser utilizada para definir horários de pico nas áreas comuns e alocar recursos e esforços de acordo, evitando desperdícios. Isso moderniza a gestão das universidades, agrega novos serviços e traz facilidade e segurança para o dia a dia de todos.

A utilização dos cartões para o controle de assiduidade fornece visibilidade no registro de cada aluno e destaca os casos em que o suporte é necessário. O sistema ainda encoraja um maior engajamento e contribui para o desenvolvimento acadêmico.

Apesar dos consideráveis impactos trazidos pela carteira estudantil multifuncional, é preciso considerar os desafios para sua implementação no Brasil. Primeiramente, o ser humano é, por natureza, resistente a mudança, o que traz certa dificuldade para implantar um sistema novo. Junto a isso, com a monitoração gerada pelas etiquetas, há de se levar em consideração a diminuição da privacidade dos usuários.

Além disso, é difícil de estimar monetariamente com precisão os impactos gerados pela solução, de forma que as universidades podem não identificar tão facilmente o valor do retorno esperado e por isso se tornam mais avessas a investir na rede e infraestrutura necessária para o sistema. Apesar de a tecnologia RFID vir se difundindo com o passar do tempo, ainda possui um custo relativamente elevado.

Constata-se ainda que a UFRJ está atrasada tecnologicamente quando comparada com o cenário apresentado por outras universidades brasileiras como a UFF e UERJ (universidades públicas) e a PUC de Campinas (universidade privada). Esse atraso tecnológico foi reforçado a partir da vivência dos alunos em universidades fora do país aonde essa tecnologia vem sendo utilizada amplamente.

DESDOBRAMENTOS

Após a implantação bem-sucedida da carteira estudantil para a funcionalidade de controle da assiduidade e pontualidade dos alunos para toda a Poli, sugere-se que procedimento similar seja feito para a implantação de outras funcionalidades, seguindo a ordem:

1. Acesso e Pagamento do Restaurante Universitário;
2. Acesso a bibliotecas, laboratórios e salas de estudo;
3. Empréstimo de livros e computadores;
4. Acesso ao estacionamento;
5. Bilhete eletrônico para transporte público;
6. Pagamentos diversos;
7. Acesso à residência estudantil e ao ônibus universitário;
8. Acesso a ginásios e centros esportivos;
9. Pagamento de Xerox e outros comércios no campus;
10. Descontos de meia entrada para estudantes e em lojas parceiras;
11. Armazenamento de informações acadêmicas e impressão de documentos em terminais de autoatendimento;
12. Depósito de auxílios como bolsas de monitoria e Iniciação Científica;
13. Registro de presença em palestras e atividades extracurriculares;
14. Homologação de horas de ACEs

Essa ordem é indicada por acreditarmos que as atribuições consideradas mais relevantes para professores e alunos devam ser implantadas primeiro.

Recomenda-se a elaboração de um plano de ações para facilitar a execução de cada etapa através da metodologia 5W2Hs: um *checklist* de determinadas atividades que precisam ser desenvolvidas com o máximo de clareza possível por parte dos responsáveis pelo projeto. Ele funciona como um mapeamento destas atividades, onde ficará estabelecido o que será feito, quem fará o quê, em qual período de tempo, em qual área e todos os motivos pelos quais esta atividade deve ser feita. Esta ferramenta é extremamente útil uma vez que elimina qualquer dúvida que possa surgir sobre um processo ou sua atividade. O nome desta ferramenta foi assim estabelecido por juntar as primeiras letras dos nomes (em inglês) das diretrizes utilizadas neste processo. Segue abaixo o que cada uma delas representa:

What: O que será feito (etapas)

Who: Por quem será feito (responsabilidade)

When: Quando será feito (início e término – tempo/cronograma)

Where: Onde será feito (local/departamento)

Why: Por que será feito (justificativa/benefícios)

How: Como será feito (método)

How Much: Quanto custará fazer (custo)

Dentre os desdobramentos, faz-se ainda necessário estabelecer uma parceria com instituições financeiras, como o banco Santander.

Um ponto importante para a implantação do projeto e sua expansão em níveis é o seu financiamento. Sabe-se que o objeto de estudo é uma universidade federal e, portanto, há sérias dificuldades financeiras e burocráticas para a implantação real do projeto. Como alternativa, é possível que o projeto seja financiado por: (1) professores interessados; (2) alunos interessados. É possível que alguns professores tenham

interesse em colaborar financeiramente com o projeto. Da mesma forma, pode-se fazer um financiamento coletivo com alunos através de plataformas de *crowdfunding*.

REFERÊNCIA

- BARJIS, J.; WAMBA, S. F. **Organizational and business impacts of RFID technology**, Business Process Management Journal. n. 16, pp. 897 - 903, 2010.
- BAHRI, S.; IBRAHIM, A. **RFID in libraries: a case study on implementation**, Library Hi Tech News, n 30, pp. 21 - 26, 2013.
- BOCCUCCI, G.E.F. Sistema de Monitoração e Controle de Acesso para Condomínios Utilizando a Tecnologia de Identificação por Rádio Frequência (RFID). 2010. Dissertação (Bacharelado) - Curso de Engenharia da Computação - Centro Universitário de Brasília, Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Brasília, 2010. Disponível em: <http://repositorio.uniceub.br/bitstream/123456789/3168/2/20015860.pdf>. Acessado em: 06 ago. 2017
- CORADINI, R. **Descubra novos usos para a tecnologia NFC**. RFID Journal, 2016. Disponível em: <http://brasil.rfidjournal.com/artigos/vision?14072>. Acessado em: 01 ago. 2017.
- CUGNASCA, C.E.; KAWANO, B. R. **RFID nas universidades brasileiras**. RFID Journal, 2014. Disponível em: <http://brasil.rfidjournal.com/artigos/vision?11984/>. Acessado em: 01 ago. 2017
- DENG, S., FANG, Y., LIU, Y. & LI, H. (2015). **Understanding the factors influencing user experience in social question and answer services**. Information Research, 20(4), paper 694. Disponível em: <http://www.webcitation.org/6dQGTPa1w>. Acessado em: 10 ago. 2017 .
- DESIGN CULTURE, **O que é UI Design e UX Design?**. Design Culture, 2015. Disponível em: <http://designculture.com.br/o-que-e-ui-design-e-ux-design/>. Acessado em: 10 ago. 2017.
- DIAS, R.F., **Leitor RFID fixo ou móvel?**. RFID Journal, 2014. Disponível em: <http://brasil.rfidjournal.com/artigos/vision?11500>. Acessado em: 25 ago.2017.
- FELD, William M. **Lean manufacturing tools, techniques, and how to use them**. 1. ed. Florida: Taylor & Francis Group, 2000.
- FILHO, M.G.; FERNANDES, F.C.F. **Manufatura enxuta: uma revisão que classifica e analisa os trabalhos apontando perspectivas de pesquisas futuras**. Gestão & Produção, São Paulo, v. 11, n. 1, p.1-19, jan./abr. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/gp/v11n1/a02v11n1.pdf>. Acessado em: 01 ago. 2017.
- FINKENZELLER, Klaus. RFID Handbook: Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and NearField Communication. 3 ed. Chippenham: Wiley, 2010, 462 p.
- FOINA, A.G. **Monitoração de rede de sensores com transponders**. 2007. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de sistemas eletrônicos, São Paulo, 2007.
- FREITAS, André Luis Policani. **Uma metodologia multicritério de subordinação para classificação da qualidade de serviços sob a ótica do cliente**. / André Luis Policani Freitas – [Campos dos Goytacazes], 2001. xiii, 155 f., enc., 30cm. (CCT/UENF, D.Sc; Ciências de Engenharia – Engenharia de Produção, 2001).
- GARCIA, Karla Maria. **Sistema de controle de acesso veicular utilizando tecnologia RFID** / Karla Maria Garcia – Florianópolis, 2013. 1 v. : il. Monografia de especialização (Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos) – Instituto Federal de

Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Curso de Pós-graduação Lato Sensu em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos.

GLOVER, B.; BHATT, H. **Fundamentos de RFID: Teoria em Prática**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2007.

GREFF, P. de A. **Especificação de um Sistema para Monitoramento de Atividades de Natação usando RFID**. Dissertação (Tecnólogo) — Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina Campus São José, São José - SC, Outubro 2009.

HASSENZAHN, Marc; KORT, Joke; LAW, Ellie L.C.; ROTO, Virpi; VERMEEREN, Arnold P.O.S. **Understanding, Scoping and Defining User eXperience: A Survey Approach**. CHI 2009. Boston, MA, USA

HECKEL, A. P. Identificação por Radiofrequência (RFId) Estudo Teórico e Experimentação Via Simulação. Dissertação (Bacharelado) — Ciência da Computação, Centro Universitário Feevale, Novo Hamburgo, Novembro 2007.

IDTEC, **RFID x código de barras: estudo comparativo**. Disponível em <http://www.idtec-etiquetainteligente.com.br>. Acessado em 25 ago. 2017

KORSS, J. F.; RICHEY, R. G.; CHEN, H.; NADLER, S. S. **Technology emergence between mandate and acceptance: an exploratory examination of RFID**, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management. n. 41, pp. 697 - 716, 2011.

KUMAR, S.; HEUSTIS, D.; GRAHAM, J. M. **The future of traceability within the U.S. food industry supply chain: a business case**, International Journal of Productivity and Performance Management. n. 64, pp. 129 - 146, 2015.

LAHIRI, S. **RFID Sourcebook**, 2005. 1 ed. Massachusetts: IBM Press, 2005, 304

MARTINS, V. A. **RFID: Identificação por Radiofrequência**. Teleco: São José dos Campos, 2005. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/pdfs/tutorialrfid.pdf>. Acessado em: 20 mai. 2017

MORVILLE, P. **User Experience Design**. Semantic Studios, 2004. Disponível em: http://semanticstudios.com/user_experience_design/. Acessado em: 10 ago. 2017

MOTA, R.P.B. Extensões ao protocolo de comunicação EPCGlobal para tags Classe 1 utilizando autenticação com criptografia de baixo custo para segurança em identificação por radiofrequência. 2006. 78 f. Dissertação (Mestrado em ciência da computação) – Universidade Federal de São Carlos, Programa de pós-graduação em ciência da computação, São Carlos, 2006.

NETO, Z. F. **Aplicação da tecnologia RFID para a gestão acadêmica, de pessoal e operacional de patrimônio e biblioteca**. SPOLM 2008, 2008. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/spolm/sites/www.marinha.mil.br/spolm/files/081_1.pdf. Acessado em: 20 mai. 2017

O'BRIEN, H.L. and TOMS, E.G. (2008) **What is user engagement? A conceptual framework for defining user engagement with technology**. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 59 (6). 938 - 955. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/asi.20801>. Acessado em: 10 ago. 2017

OSYK, B. A.; VIKAYARAMAN, B. S.; SRINIVASAN, M.; DEY, A. **RFID adoption and implementation in warehousing**, Management Research Review. n 35, pp.904 - 926, 2012.

PARK, K. S.; KOH, C. E.; NAM, K. T. **Perceptions of RFID technology: a cross-national study**, Industrial Management & Data Systems. n. 110, pp. 682 - 700, 2010.

- PEDROSO, Marcelo Caldeira; ZWICKER, Ronaldo; SOUZA, Cesar Alexandre de. **Adoção de RFID no Brasil: um estudo exploratório**. RAM, Rev. Adm. Mackenzie (Online), São Paulo, v. 10, n. 1, p. 12-36, Feb. 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-69712009000100002&lng=en&nrm=iso. Acessado em: 20 mai. 2017.
- PINE, B. J.; GILMORE, J. H. **Welcome to the Experience Economy**. Harvard Business Review, 1998
- RAMOS, Pedro de Alencar. **O Desenvolvimento De Startups: Um Estudo De Caso Em Uma Empresa De Alimentação** / Pedro de Alencar Ramos – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2015.
- REZENDE, Bruna Reinbold. **Código de barras e identificação por rádio frequência: um comparativo para auxiliar no processo decisório de implantação**/ Bruna Reinbold Rezende – Salvador. 2009. 79 f.; il. Disponível em: http://files.sitedalogistica.com.br/200000081-327893372a/TCC%20Codigo%20Barras_RFID.pdf. Acessado em: 26 ago.2017.
- ROBERTI, M. **Apple abraça NFC (finalmente)**, RFID Journal, 2017. Disponível em: <http://brasil.rfidjournal.com/notas-do-editor/vision?16239>. Acessado em: 21 jun. 2017
- ROPER, K. O.; SEDEHI, A.; ASHURI, B. A cost-benefit case for RFID implementation in hospitals: adapting to industry reform, Facilities. n 33, pp. 367 - 388, 2015.
- SANTANDER BANK, **Smart Cards**, Santander Bank, 2015. Disponível em: <https://www.santanderbank.com/us/universities/smart-card>. Acessado em: 10 jul. 2017
- SMILEY, S. **Low Frequency RFID and Animal Identification**, RFID Insider Tracking the RFID Industry, 2015. Disponível em: <http://blog.atlasrfidstore.com/low-frequency-rfid-and-animal-identification>. Acessado em: 21 jun. 2017
- STORM-MATHISEN, A. **RFID in toll/ticketing – a user-centric approach**, info. n. 16, pp. 60 - 73, 2014.
- SWEDBERG, C. **Hospital conquista eficiência operacional**, RFID Journal, 2017. Disponível em: <http://brasil.rfidjournal.com/estudos-de-caso/vision?16093/>. Acessado em: 30 jul. 2017
- UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE, **Manual de Serviços Carteirinha UFF**, Universidade Federal Fluminense, 2012. Disponível em: <http://www.uff.br/carteirinha/sites/default/files/manual-carteirinha-uff.pdf>. Acessado em: 10 mai. 2017
- VIOLINO, B. **What is RFID?**. RFID Journal, 2005. Disponível em: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?1339>. Acessado em: 10 mai. 2017
- WIDAD, J. K.; NASIR, I. M.; ISMAIL, A. W.; OMAR, M. Q.; ZANAL, F. H. M. **UHF RFID proof of concept (POC) with open-source ILS at Universiti Sains Malaysia (USM) Libraries**, Program: electronic library and information systems, n 49, pp. 135 - 150, 2015.
- WOMACK, J. P. & JONES, D.T Lean thinking – banish waste and create wealth in your corporation. New York, Simon & Schuster, 1996.

APÊNDICE

Formulário de Aderência dos alunos

Carteirinha inteligente Fundão

Esse formulário é parte de um projeto de adoção de uma carteira estudantil baseada em tecnologias de smart cards para a UFRJ, propondo que um único cartão tenha as funções de carteira de identificação, controle automático de presença de alunos, locação de livros e computadores, cartão de débito, bilhete eletrônico para transporte público e chave para portas e armários; integrando uma enorme cadeia de atividades de forma segura e conveniente.

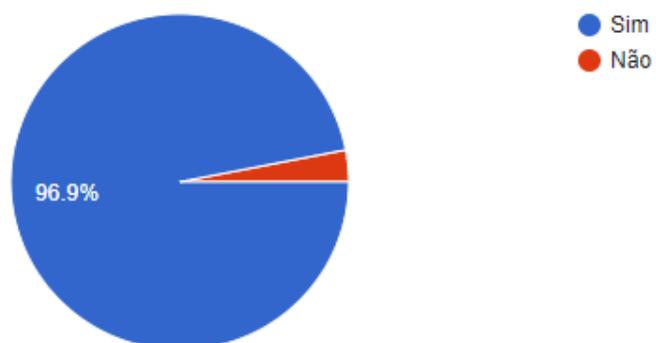
Você desejaria que o Fundão implementasse essas carteirinhas? *

Sim

Não

Você desejaria que o Fundão implementasse essas carteirinhas?

459 respostas

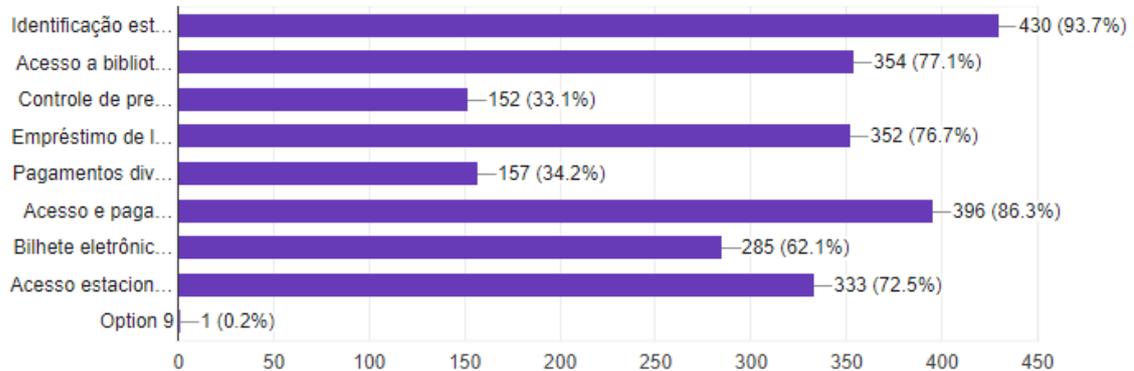


Quais funcionalidades abaixo você vê como mais relevantes?

- Identificação estudantil
- Acesso a bibliotecas e salas de estudo
- Controle de presença dos alunos
- Empréstimo de livros
- Pagamentos diversos em débito
- Acesso e pagamento do bandejão
- Bilhete eletrônico para transporte público
- Acesso estacionamento

Quais funcionalidades abaixo você vê como mais relevantes?

459 respostas

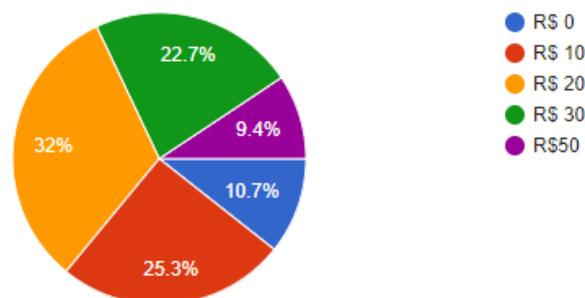


Se essa carteirinha fosse cobrada, até quanto você estaria disposto a pagar? * (Pagamento único)

- R\$ 0
- R\$ 10
- R\$ 20
- R\$ 30
- R\$50

Se essa carteirinha fosse cobrada, até quanto você estaria disposto a pagar? (Pagamento único)

459 respostas



Gostaria de sugerir alguma outra funcionalidade ou fazer qualquer outro comentário? :)

70 respostas

Pagamento de xerox (2)

Parabéns pelo Projeto!! Vai arrasar!! (2)

Tive a experiência de ter uma carteirinha parecida enquanto em intercâmbio, na NCSU. Além das opções acima, através dela era possível utilizar impressoras, scanners e diversos outros recursos.

A idéia é boa e de bom gosto. Porém, torna-se inviável nesse momento diante da situação financeira atual da UFRJ

Na INSA Lyon (faculdade da França onde estudei) eles também usam para a impressora/xerox. O aluno tem direito a uma cota grátis. Aqui seria mais complicado; teria que trocar o tipo de máquina, mas 'e so uma informacao para voces. E também era usado para pagar o bandeirão, como falado aqui. Boa sorte!

Creio que presenças seja má ideia rs... Pagamentos e transportes creio que fuja bastante do escopo da carteirinha de estudante, todo o resto é bem válido.

Nenhuma

nao faz sentido num mundo digital carteirinha papel. Já temos várias formas de id. CPF, CNH, CNPJ, PIS, PASEP, et etc etc... se ateh o governo ta criando identificação unica pq vcs nao? Não necessariamente bilhete eletrônico para o transporte público, acho que somente para os ônibus internos.

Acesso à Residência Estudantil.

pagamento pela carteirinha é único né ?

Tenta desenhar o BD (tarefa de EP!) para possível integração com outras instituições.

Documento de Identificação CIVIL também . Entrada no alojamento e dependências da UFRJ
Futuro: cartão de desconto em lojas parceiras Futuro: acesso ao bikesharing fundao Futuro: cartão de pagamento de bolsas (IC, Estágios...) e auxílios Futuro do Futuro: NFD no celular e versão digital disso tudo aí.

Essa carteirinha também deveria ser aceita como Carteira de Estudante, para pagar meia entrada em eventos. Existem também portas que são abertas com cartões, o que seria interessante para laboratórios. Pagar xerox e restaurantes, não apenas bandeirão, também é muito interessante. Um sistema de bikes estilo as bikes do Itau onde elas pudessem ser pegadas com essa carteirinha também seria legal. Seria um sistema muito interessante mas pelo modo que conheço a UFRJ, ela nunca forneceria uma API descente para vocês ligarem os dados do sistema com outros serviços, infelizmente.

A carteirinha poderia adotar os padrões estabelecidos, com certificação digital, para aceitação de meia entrada em diversos estabelecimentos. Coisa que a carteirinha atual adotada na UFRJ não tem. <http://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2015/10/20/estudante-precisara-de-carteira-padronizada-para-pagar-meia>

Emissão rápida. 6 meses no mínimo pra fazer uma carteirinha de papel. Imagina uma dessas.

SEM MENSALIDADE

Deveria ter um sistema em caso de perda, como o bilhete único, para cancelar a perda e criar uma nova, para que não tenha como outros utilizarem no seu lugar.

Muitos alunos não podem pagar nada. Eles ficariam de fora do sistema?

Parabéns pela iniciativa!

apenas acesso ao bandeirão, sem relacionamento com o pagamento

não

Seria bom para controlar o acesso e segurança dos alunos dentro dos prédios.

Não sei quanto a viabilidade, mas acho que seria interessante se houvesse registro de presença em palestras e atividades extra curriculares, eliminando a burocracia para homologação de horas ACEs, estágio entre outros... Por exemplo, o mesmo aparelho que reconhecesse a entrada dos alunos nas salas estivesse presente na porta da sala de monitoria, auditório, etc.... Também acho válido o uso por parte de funcionários públicos, como professores, reduzindo o número de faltas e aumentando o comprometimento dos mesmos com a universidade

Na faculdade que estudei na Austrália tinha um sistema como esse e era muito bom. Seria para debitar o pagamento quando queria imprimir algo, autorizava scanner, entrada na biblioteca. Também tinham uns terminais de auto atendimento para recarregar sozinho ou dava pra recarregar online tb. Tudo isso era atrelado ao número de identificação do aluno que também servia para conectar em qq rede WiFi da faculdade. Achava bem prático e super apoio a idéia. Muito boa as funcionalidades, se conseguissemos limitar os acessos através delas seriam ótimas. Parabéns pela iniciativa.

O pagamento seria semestral, anual ou de quanto em quanto tempo?

O valor disposto a pagar depende também do tempo para vencimento. Se for de no mínimo um ano, valerá a pena pagar um pouco mais, visto a todos esses serviços que poderá ter.

Buscar parcerias com Bandeiras de cartão para não haver custo para os estudantes.

Acesso aos laboratórios de graduação (LIG - salas dos departamentos com computadores para uso dos alunos).

Acesso ao ônibus interno

Acho que pagamentos em débitos e bilhete eletrônico mt difícil de ser implementado pra uma carteirinha universitária, por outro lado se houver um cartão que facilitasse a vida do UFRJano com coisas básicas como bandejão, empréstimos de livros e identificação estudantil seria legal para melhorar o controle.

Parcerias com restaurantes e serviços no fundao com fidelidade ou desconto

Se tiver a funcionalidade de presença terá que ser obrigatória né.. daí é mais chato de ter que ser paga. Se tiver essa funcionalidade e não for obrigatória os professores terão que continuar fazendo chamada de qualquer forma, de modo que a funcionalidade perde seu valor.

Funcionalidade: Facilitador na abertura de processos internos na UFRJ

Desconto com parceiros da UFRJ.

Genial!

Por favor, que não seja algo tipo um bate ponto!

Poderia fazer convênios com empresas para descontos em compras, cinema, restaurantes, ingressos, etc...

Acesso à impressora liberada na biblioteca por meio de weirelles (é pedir demais pra UFRJ, eu sei). Na ufabc de Santo André funciona assim. Estive lá há uns 5 anos. A carteirinha deles funcionava pra acesso nos prédios (catraca) e pagamento do bandejã. Não sei se havia outras funções além dessas.

Se a carteira tiver funcionalidade para coisas fundamentais como alimentação, e acesso a bibliotecas ela deve ser gratuita (pelo menos a primeira via) e deve-se garantir que após a inscrição os alunos novos já tenham a carteira desde o início do período. Acho melhor usar o termo restaurante universitário.. só um comentário.

Não acho interessante o controle de presença, mas é uma questão pessoal. Há muitos casos de alunos de baixa frequência por razões pessoais, mas isso não interfere em seu rendimento final. Atrelar controle de frequência ao cartão limitaria a participação de alunos assim na UFRJ. Além disso, atrelar a função de débito pode vir a ser complicada em termos de segurança, o que pode dificultar a aceitação dos bancos. Talvez seja interessante para alunos com bolsas, creio que todos recebem em contas no mesmo banco, então o processo não seria tão complicado.

E em casos de furto ou perda do cartão?

Um sistema integrado de xerox seria interessante, mas o desafio seria fazer os prestadores de serviços aderirem. Na minha faculdade do intercâmbio, "Hogeschool van Amsterdam", funcionava como um sistema de débito.

Sobre o bilhete eletrônico para transporte, incluiria o transporte interno da UFRJ, que mesmo gratuito, poderia ter acesso restrito.

Acredito que a funcionalidade de controle de presença demandaria de uma infraestrutura muito grande para funcionar. No entanto a ideia é muito boa. Exigirá um esforço de acordos com empresas de cartões de débito e principalmente com o cartel do Riocard, que envolve o dinheiro de poderosos. Boa sorte com o projeto, a ideia é realmente muito boa!

Existem as contas universitárias com cartão de débito. Qual seria a diferença da funcionalidade "débito" em relação aos cartões dessas contas? Talvez fosse interessante adotar uma parceria com os comércios do campus e usar um sistema de créditos restrito a eles (evitaria usar uma conta bancária). Outra ideia é vincular com a carteirinha estudantil que hoje é emitida pelo CAEng, para dar meia-entrada. Ideia de projeto interessante!

Seria interessante se o pagamento da carteirinha fosse diferenciado por faixas de renda, para ficar mais universal

Descontos e acumular o pontos para trocar por benefícios

Acho importante que a carteirinha não seja uma forma de impedir que outras pessoas utilizem o espaço da universidade, mas sim que permita um controle maior dos estudantes matriculados! Ou seja, que o acesso a espaços como bibliotecas ou mesmo salas de aula não sejam restritos a quem tem carteirinha, mas que facilite na hora de contar presença ou alugar um livro.

Atualmente está sendo exigida a carteirinha nacional em alguns lugares. A carteirinha proposta seria de alguma forma aceita como a nacional? Do contrário os alunos teria que pagar pra fazer a nacional e mais essa, o que poderia gerar desinteresse.

Atrelado ao cartão magnético, poderia-se desenvolver um aplicativo onde podemos obter todas as informações referente a saldo, log de uso do cartão, histórico de compras etc.

Só faço uma observação para que as alternativas já existentes como a carteirinha do DRE e a carteirinha recém liberada pelo CaEng sejam levadas em conta para que não seja mais um documento com funções semelhantes. Abraços!

Dentro dos moldes atuais, seria desemprego informacional em massa!

Adorei a iniciativa e os parabênzo por isso. Espero que vocês tenham sucesso no projeto, pois é um serviço que sempre me perguntei por que não existia.

Acho que a carteirinha poderia ser mais ou menos útil para as pessoas dependendo do que ela faz dentro da universidade. Acho importante entender quantas pessoas fazem cada coisa (por exemplo: frequentar bandeijão ou biblioteca muitas vezes na semana) e se essas pessoas considerariam interessante a implementação. No meu caso por exemplo não vejo uma necessidade tão grande, mas estou no 10 período, talvez nos primeiros períodos eu achasse mais necessário. Boa sorte!

Acho a questão da presença muito complicada a curto prazo. Como representante discente do CAEng, indico que comecem com uma proposta menor e mantenham algumas das mudanças como possibilidade a longo prazo. De resto, ótima iniciativa!

Gostaria de lembrar que transações financeiras exigiriam um nível muito maior de segurança destes cartões.

Poderiam ser buscadas parcerias com livrarias para obter descontos com a carteirinha.

Pagamento nas copiadoras

desconto em estabelecimentos

A carteirinha poderia ser usada para xeroxes. Na França, quando fiz intercâmbio, os alunos tinham direito a um determinado número de xerox por semestre, de graça. Como a UFRJ pode não ter essa estrutura, este esquema poderia ser usado da seguinte forma: o aluno poderia pagar uma determinada quantia a copiadora no começo do semestre, ou do mês, que ficaria de crédito em seu nome.

Controle de Presença seria facilmente fraudada; biblioteca da UFRJ não precisa de identificação (tudo feito pelo site Minerva); e o custo do cartão magnético da UERJ é zero para os alunos (e tem acesso a Bandeirão e pgtos em débito)

Acesso bandeirão, sem necessariamente pagamento

Com o devolvimento da carteirinha haveria o devolvimento do dinheiro ao dono. Seria uma espécie de caução.

Pagamento em débito (ou moeda eletrônica) nos restaurantes filiados e Xerox

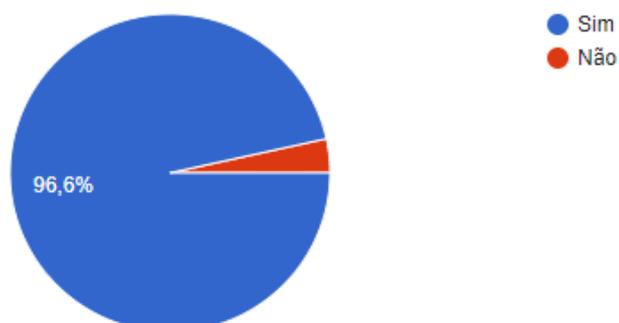
Acredito que se for um cartão pré-pago, ou com dinheiro nele pode haver um problema de segurança. Pode ser um item visado para roubo.

Não compliquem muito querendo integrar com tecnologias externas à faculdade (como o transporte público e pagamento em débito) para evitar complicações que prejudicaria os objetivos mais "simples" e "essenciais". Controle de presença e acesso à sala de estudo vai, de certa forma, tirar um pouco da liberdade dos alunos e isso pode tornar a adesão difícil. A carteirinha poderia ter um código identificador que esteja vinculado ao caronae e gere informações de coordenadas para gps

Formulário de Aderência dos professores

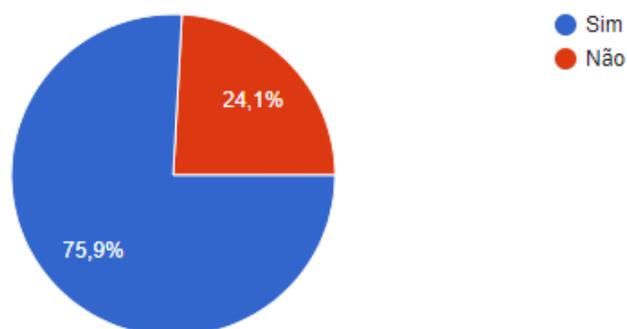
Você apoiaria a implantação dessas carteiras para alunos na UFRJ?

29 respostas



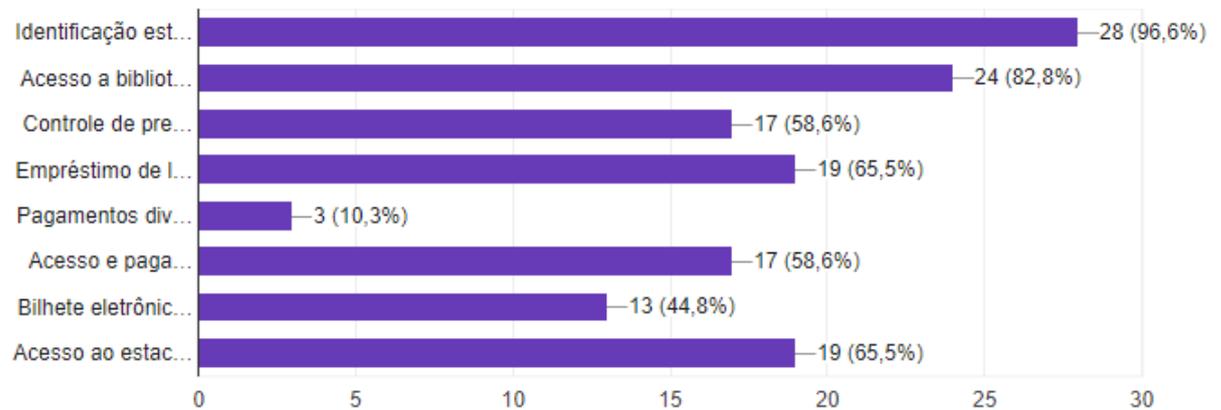
Você vê valor na utilização de carteiras estudantis para controle de presença dos alunos de forma automatizada?

29 respostas



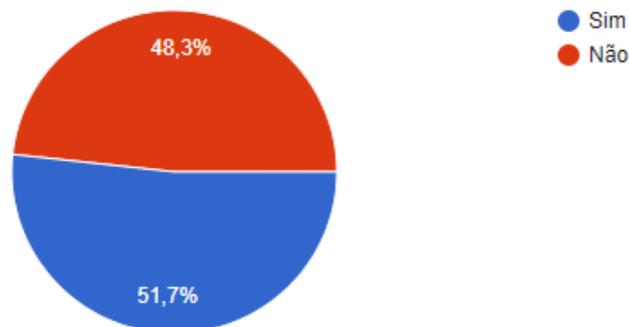
Quais funcionalidades abaixo você vê como mais relevantes?

29 respostas



Você estaria disposto a participar de um projeto piloto exploratório para controle automático de presença dos alunos?

29 respostas



Caso "SIM" na pergunta anterior, escreva seu email abaixo:

14 respostas

volschan@poli.ufrj.br

roberto@poli.ufrj.br

sergiohampshire@poli.ufrj.br

martatapia@poli.ufrj.br

strauss@poli.ufrj.br

corbani@poli.ufrj.br

giselebarbosa@poli.ufrj.br

roberto.ivo@poli.ufrj.br

Já sou aposentado!

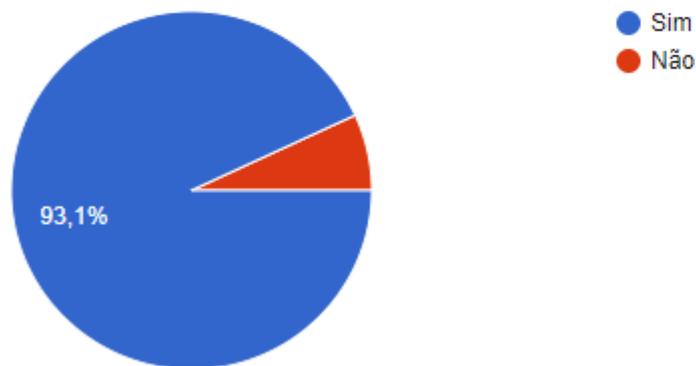
Infelizmente, no momento não tenho disponibilidade para colaborar mais ativamente com o projeto.

alice@poli.ufrj.br

hfrimo@poli.ufrj.br

Você gostaria de utilizar o cartão inteligente para o acesso ao estacionamento e salas da UFRJ?

29 respostas



Quais os principais desafios que você vê para a implantação desse projeto na UFRJ? 29 respostas

Custo (2)

A manutenção e o gerenciamento (credenciamento, reposição de carteiras e sensores, programação dos sensores das salas etc)
apoio de todos os setores envolvidos

Convencer as pessoas de sua necessidade e conseguir financiamento.

Não ha

Garantir o funcionamento contínuo e manutenção da infraestrutura necessária.

infra-estrutura para a continuidade de execução do serviço

Um aluno poderia passar seu cartão para o outro, a fim de computar presença para ele.

.

financiamento

Quebra de do paradigma da universidade pública aberta a todos , pois isso não deve significar falta de segurança, e a indentificacao de pessoas não deve ser vista como restric

Controle de entrada e saída do CT

coordenação

custo de implantação e manutenção dos dispositivos de controle de acesso em prédios e estacionamentos, quebra do paradigma de livre acesso (sem controles) a qualquer parte do campus

Aceitação da comunidade acadêmica; possíveis transtornos com trocas ou roubos de cartões parte tecnológica

Não sou a favor do controle de presença de alunos automatizada. Em muitos casos, os alunos entregam atestados médicos como forma de abonar suas faltas. O procedimento de abono de faltas está previsto no projeto? Não ficaria trabalhoso e burocrático para o professor? Quem ficaria com o controle deste sistema: o coordenador do curso ou cada professor teria acesso? Além disso, há professores que não cobram presença, além de haver disciplinas com

atividades mistas (presenciais/à distância). Como seriam tratado estes casos? Qual seria o valor agregado de se ter o controle automático de presença dos alunos?

Vencer a "inércia da mesmice". Mas é preciso inovar sempre!

Custo e dificuldades na centralização de tantas funções num único cartão. Talvez seja interessante começar o projeto com certas funcionalidades, adicionando-se outras a medida que o projeto fosse obtendo sucesso.

adesão de todos

instalação/ manutenção dos dispositivos para funcionamento dos cartões

Falta de verba, reunir laboratórios da UFRJ para apoio: técnico, instrumental, financeiro, continuidade do projeto até sua finalização.

custo e conexão com atualização das informações do SIGA no cartão.

Continuidade

Embora ache um projeto interessante, acho que a UFRJ tem muitas prioridades anteriores a esta no que diz respeito a custos envolvidos para implementação.

Desafios naturais na implementação de uma nova tecnologia

Burocracia e, principalmente, a tendência de entenderem que um espaço pode ser público e ter o acesso controlado. Em geral rebatem dizendo que a UFRJ é do "povo", portanto todos podem entrar onde e quando quiserem. É a permanente opção nacional pela bagunça!

Utilização consciente, responsável e honesta do cartão para validação de presença. Custo de implantação.

