



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Produção



Relatório Final

USPontos de Recarga

PRO2715 – Projeto do Produto e Processo

Professor: Prof. Dr. Eduardo de Senzi Zancul

GRUPO:

Agustin Mazzoli – 7628437 (agustinmazzoli20@gmail.com)
Artur Hatamura – 7208272 (arturhatamura@gmail.com)
Marilia Giovannetti – 7628288 (marilia.gbc@gmail.com)
Renata Cavalcanti – 7278160 (rerflcavalcanti@gmail.com)

São Paulo, 07 de julho de 2014

Lista de Figuras

Figura 1 - Composição do CUASO	12
Figura 2 - Fila para recarga no bandeirão.....	14
Figura 3 - Desdobramento da Função Principal (Parte 1)	31
Figura 4 - Desdobramento da Função Principal (Parte 2)	32
Figura 5 - Diagrama FAST	33
Figura 6 - Caixa Eletrônico.....	36
Figura 7 - Desktop	36
Figura 8 - Máquina de Cartão de Crédito.....	37
Figura 9 - Roteador Wireless.....	37
Figura 10 - Tablet.....	38
Figura 11 - Pacote Office	38
Figura 12 - Tela Resistiva	43
Figura 13 - Tela Capacitiva	44
Figura 14 – Componentes do leitor de cédulas e moedas	45
Figura 15 - Placa USB.....	45
Figura 16 - Leitor de moedas.....	45
Figura 17 - Leitor de cédulas	46
Figura 18 - Impressora de Recibo.....	47
Figura 19 - Vista frontal com legenda	49
Figura 20 - Comparação de dimensões.....	50
Figura 21 - Comparação lateral de dimensões.....	51
Figura 22 - Elementos da parte superior com legenda.....	52
Figura 23 - Vista dos elementos da parte superior sem legenda.....	52
Figura 24 - Vista interna superior com legenda	53
Figura 25 - Vista interna superior sem legenda	53
Figura 26 - Vista frontal sem legenda	54
Figura 27 - Pontos de instalação dos totens (Parte 1)	57
Figura 28 - Ponto de instalação dos totens (parte 2).....	58
Figura 29 - Rebite	64
Figura 30 - Parafuso	64
Figura 31 - Dobradiça	64
Figura 32 - Fechadura.....	65

Figura 33 - Leitor de carteirinha	72
Figura 34 - Impressora de recibo	73
Figura 35 - Tela touch screen	74
Figura 36- CPU	75
Figura 37- Roteador WiFi	76
Figura 38 - Cabo fonte de energia	77
Figura 39 - Guilhotina	83
Figura 40 - Serra	84
Figura 41- Prensa mecânica	84
Figura 42 - Furadeira	85
Figura 43 - Máquina para solda	86

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Quantidade de refeições diárias por restaurante	12
Tabela 2 - Questionário qualitativo.....	16
Tabela 3- Requisitos dos clientes	24
Tabela 4 - Requisitos do produto	25
Tabela 5 - Grau de importância dos requisitos dos clientes	26
Tabela 6 - Análise competitiva	27
Tabela 7 - Matriz QFD.....	28
Tabela 8 - Especificações do produto.....	29
Tabela 9 - Estudo da Diferenciação do Produto.....	35
Tabela 10 - Fluxo de caixa do investimento	41
Tabela 11 - Totens necessários por restaurante	57
Tabela 12 - Estrutura do produto.....	59
Tabela 13 - Detalhamento funcional dos componentes	61
Tabela 14 - Comparação entre os materiais para a estrutura	62
Tabela 15 - Benefícios gerados pelo DFMA.....	67
Tabela 16- Plano macro de fabricação da base.....	68
Tabela 17 - Plano macro de fabricação do corpo.....	68
Tabela 18 - Plano macro de fabricação da porta	69
Tabela 19 - Plano macro de fabricação do apoio da tela	69
Tabela 20 - Plano macro de fabricação da moldura da tela.....	69
Tabela 21 - Plano macro de fabricação do suporte da impressora e do leitor de carteirinha....	70
Tabela 22 - Plano macro de fabricação do suporte do processador.....	70
Tabela 23 - Plano macro de fabricação da caixa para a impressora e para a máquina de cartão	70
Tabela 24 - Especificações da quantidade de aço carbono 1010.....	71
Tabela 25 - Especificações da quantidade de madeira	71
Tabela 26 - Especificações técnicas do leitor de carteirinha.....	72
Tabela 27- Especificações técnicas da impressora de recibo.....	73
Tabela 28 - Especificações técnicas do tablet	74
Tabela 29- Especificações técnicas da CPU	75
Tabela 30 - Especificações técnicas do roteador wifi	76
Tabela 31 - Especificações técnicas do cabo de fonte de energia	77

Tabela 32 - Especificações técnicas da guilhotina.....	83
Tabela 33 - Especificações técnicas da serra.....	84
Tabela 34 - Especificações técnicas da prensa mecânica.....	85
Tabela 35 - Especificações técnicas da furadeira	86
Tabela 36- FMEA do produto	89
Tabela 37 - Plano de controle do produto	92

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Recarregamento médio diário.....	13
Gráfico 2 - Escala Vertical.....	39
Gráfico 3 - VPL do investimento.....	42
Gráfico 4 - Benefícios gerados pelo DFMA.....	67

Sumário

Resumo executivo	9
1. Definição do produto e do mercado	11
1.1 Sobre o produto	11
1.2 Definição do mercado	11
2. Identificação das necessidades dos usuários	13
2.1.1 Avaliação das necessidades dos clientes finais pelos integrantes do grupo.....	14
2.1.2 Entrevistas qualitativas	15
2.1.3 Entrevistas quantitativas.....	17
2.2 Avaliação das necessidades do cliente intermediário	23
3. Definição dos requisitos técnicos e das especificações-meta	23
3.1 Estruturação da voz do cliente	23
3.2 Definição do grau de importância dos requisitos do cliente.....	25
3.3 Análise de concorrentes	26
3.4 Matriz de qualidade	28
3.5 Especificações do produto	29
4. Desenhos a mão livre.....	30
5. Análise funcional	31
5.1 Desdobramento da função principal	31
5.2 Diagrama FAST	33
5. Estudo de diferenciação	34
6. Elaboração da escala vertical e determinação do valor mercadológico	35
7. Estudo de aproveitamento técnico	42
7.1 Tela Touch Screen	42
7.2 Leitor de carteirinha.....	44
7.3 Leitor de cédulas e moedas	44
7.4 Leitor de cartão de crédito.....	46
7.5 Impressora de recibo.....	47
7.6 Transmissão de dados.....	47
8. Reformulação dos desenhos iniciais	48
9. Delineamento de comercialização	55
10. Definir o conjunto do produto.....	58

11. Estrutura do produto.....	58
12. Determinar a constituição do produto.....	61
12.1 Estrutura da carcaça base, apoio da tela e moldura da tela	61
12.2 Estrutura dos suportes.....	62
12.3 Estrutura das caixas.....	63
12.4 Especificações técnicas dos componentes que serão comprados	63
13. Análise da adequação do projeto para a manufatura e montagem (DFMA).....	65
14. Plano macro do processo de montagem	67
15. Elaborar os desenhos de execução.....	70
16. Documentação técnica	70
16.1 Materiais para fabricação	70
16.2 Componentes externos.....	72
17. Elaboração do processo de fabricação e de montagem	77
17.1 Processos de fabricação	78
17.2 Processos de montagem.....	82
18. Especificação de ferramentas e dispositivos.....	83
19. FMEA do produto.....	87
20. Definição dos meios de controle da qualidade	90
21. Embalagem.....	93
22. Análise da viabilidade econômica	94
Conclusões.....	98
Referências Bibliográficas.....	99
Anexos	101

Resumo executivo

Frequentar os restaurantes universitários é rotina na vida dos estudantes da USP. Entretanto, o formato atual de compra de tickets apresenta problemas estruturais que tornam esse processo demorado e cansativo.

Atualmente, há apenas um ponto para recarga em todo o campus do Butantã, que conta com três caixas para atender aos alunos. Um levantamento feito com 458 membros da comunidade uspiana mostrou que 36% dos entrevistados acredita gastar entre 10 e 20 minutos para recarregar seus créditos e outros 27% acreditam gastar entre 20 e 30 minutos.

Além disso, outros problemas foram levantados, como a impossibilidade de pagar com cartão de débito ou crédito, o horário restrito de atendimento e a presença de pontos de recarga em apenas um dos restaurantes universitários.

Frente a essas dificuldades encontradas foi desenvolvido o conceito dos USPontos de Recarga, que seriam postos de autoatendimento para a recarga de créditos para os bandejões da USP. O desenvolvimento desse produto possibilitaria a instalação de diversos pontos espalhados pela cidade universitária em locais estratégicos, disponíveis para utilização 24 horas por dia. Assim, as longas filas enfrentadas hoje seriam reduzidas drasticamente.

O produto é constituído por um toten fabricado em metal, que abriga um sensor para carteirinha USP, uma impressora de recibo, uma máquina para cartão de crédito, um processador e uma tela touch screen para interface do software desenvolvido. Este software, a partir da leitura da carteirinha, acessa o banco de dados dos alunos e possibilita a compra de créditos com o pagamento por cartão.

A princípio, o desenvolvimento do posto de autoatendimento foi feito com foco no campus Butantã da USP, mas pode ser facilmente estendido aos outros campi e a outras universidades interessadas.

Foi proposta uma configuração inicial de instalação na cidade universitária; segundo a pesquisa inicial, 41% dos entrevistados consideram

que os postos devem ser instalados em todos os bandejões. Considerando os dados oficiais de recargas diárias, concluiu-se que 13 pontos distribuídos nos quatro restaurantes do campus seriam suficientes para atender a demanda de recarga.

O sucesso do produto depende de fatores como:

- Segurança
- Satisfação dos clientes
- Alta lucratividade dada a diferença entre o valor estimado de investimento por ponto e o valor de produção

Por outro lado, as dificuldades encontradas e que devem ser superadas foram:

- Conseguir informações da USP
- Falta de know how em programação

Finalmente, o presente trabalho tem como objetivos registrar todo o processo de desenvolvimento de um produto, além de dar suporte à criação de um protótipo ao final do curso. Foi realizado ao longo da disciplina PRO2715 – Projeto do Produto e do Processo, ministrada no 7º semestre do curso de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da USP pelo professor Dr. Eduardo de Senzi Zancul.

1. Definição do produto e do mercado

1.1 Sobre o produto

Em 2011, após pressão da população devida às longas filas para recarga, os metros de São Paulo se modernizaram com a instalação de um novo sistema. Os pontos de autoatendimento instalados nas estações aliviaram a demanda nos guichês de atendimento, o que trouxe maior rapidez e comodidade para os usuários.

Com isso em mente, nosso produto consiste num sistema de recarga de créditos do “bandejão” com uma extensão física em totem de autoatendimento, que permite os alunos da Cidade Universitária de São Paulo recarregar seus créditos em diversos pontos do campus sem a necessidade de auxílio de um funcionário.

1.2 Definição do mercado

Os postos de autoatendimento envolvem diferentes clientes em seu ciclo de vida. Os clientes externos são os alunos e funcionários da USP, que consomem nos restaurantes e utilizariam as máquinas para recarga. O COSEAS, órgão da administração central da Reitoria, se encaixa como cliente intermediário, já que seria o contratante e o canal de distribuição do produto aos alunos, pois é responsável por oferecer os serviços de alimentação nos *campi*.

No desenvolvimento da primeira versão do produto o grupo optou por focar no campus Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira. Após consultas no site da USP e algumas estimativas o grupo estimou o número de recargas por dia através de seguintes metodologia:

Em primeiro lugar o grupo segmentou os possíveis consumidores em 4 categorias e foram obtidos o tamanho dos mesmos dentro do campus Cidade Universitária conforme a figura a seguir:

Composição Campus Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira



Figura 1 - Composição do CUASO

Depois disso foi obtido no site do COSEAS as quantidades diárias de refeições servidas nos restaurantes do campus em questão:

Refeição	Central	Física	Química	Prefeitura
Café da manhã	1.000	-	-	-
Almoço	5.000	1.600	2.100	900
Jantar	1.800	1.000	1.200	-
Total	7.800	2.600	3.300	900

Tabela 1 - Quantidade de refeições diárias por restaurante

Desse modo obteve-se uma média de **300.000 refeições por mês** servidas nos restaurantes do campus Cidade Universitária.

Após uma análise da pesquisa sobre a frequência de carregamento da carterinha:

Quantas refeições você recarrega por vez?

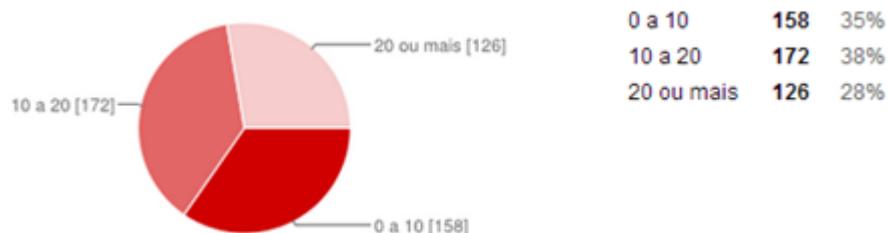


Gráfico 1 - Recarregamento médio diário

O grupo estimou que 100.000 refeições são carregadas em média em carregamentos de 5 tickets, 100.000 em carregamentos de 10 tickets, e os 100.000 restantes em carregamentos de 20 tickets. Assim, o grupo obteve a quantidade de **35.000 carregamentos por mês**.

2. Identificação das necessidades dos usuários

Para o produto em questão, acreditamos que hajam dois clientes distintos do produto: os clientes finais (os alunos e funcionários que irão comer nos restaurantes e pretendem carregar a sua carteirinha) e o cliente intermediário (a USP).

A identificação das necessidades dos usuários finais foi feita em três etapas. Primeiramente, foram levantadas necessidades pelos integrantes do grupo, que vivenciam a situação diariamente e possuem contato direto com o problema.

Com base nessas primeiras necessidades levantadas, foi elaborado um questionário qualitativo e foram realizadas entrevistas com 10 alunos de diferentes faculdades na USP que estavam nas filas de recarga para comprar tickets. Essas entrevistas tinham como principal objetivo levantar necessidades que o grupo não havia percebido, além de problemas enfrentados pelas diferentes pessoas que frequentam os restaurantes.

Com base nos resultados das pesquisas qualitativas e nas necessidades levantadas pelo grupo, foi elaborado um questionário quantitativo, que abrangesse todas as necessidades levantadas anteriormente.

Já para o cliente intermediário, o grupo tentou um contato com funcionários do COSEAS. No entanto, não conseguimos realizar entrevistas sem a aprovação do supervisor. Assim, essas necessidades foram definidas pelo próprio grupo.

Cada etapa da identificação das necessidades dos usuários será detalhada a seguir.

2.1.1 Avaliação das necessidades dos clientes finais pelos integrantes do grupo

O primeiro detalhamento do problema e levantamentos de necessidades dos clientes foi feito pelos integrantes do grupo, através de um *brainstorming*.

O primeiro grande problema do atual modelo de recarga de carteirinha do “bandejão”, é a formação de grandes filas em horários de lotação nos restaurantes, principalmente durante o almoço. Para a maioria dos estudantes que possuem apenas duas horas de almoço, carregar a carteirinha durante este horário se torna um inconveniente, pois as filas para entrar no restaurante já são muito compridas. Somado a isso, na maioria das vezes há apenas um dos guichês em funcionamento, o que complica ainda mais essa situação nos horários de lotação.



Figura 2 - Fila para recarga no bandejão

Outro problema do atual modelo de recarga de carteirinha é o pagamento. Atualmente o pagamento só pode ser feito em dinheiro, e muitas vezes não há troco para o cliente.

Atualmente só existe um único ponto de recarga de carteirinha do “bandejão” na USP, localizado no COSEAS. Ele também conta apenas com horário restrito de recarga, que muitas vezes impede pessoas de recarregarem as suas carteirinhas.

Tendo em vista os problemas levantados pelo grupo, foram levantadas as primeiras necessidades do produto:

- Aceitar o pagamento em cartão
- Automatizado (não há a necessidade de funcionários)
- Disponibilidade em diversos pontos da USP
- Disponibilidade 24 horas

2.1.2 Entrevistas qualitativas

Com base nas necessidades levantadas pelo grupo, foi elaborado um questionário qualitativo para levantar mais necessidades não percebidas pelo. Foram elaboradas as seguintes perguntas:

Questionário Qualitativo
Quais são os maiores problemas enfrentados para recarregar a carteirinha?
Com que frequência você carrega a sua carteirinha? Com quantos tickets?
Qual é o tempo médio gasto na fila?
Você considera a carteirinha o melhor dispositivo para recarregar tickets do bandejão?
Você considera que a instalação de pontos automáticos de recarga de carteirinha ajudaria nesses problemas?
Quais funcionalidades o produto deveria ter? (Carregar carteirinha, consulta de saldo, cobrança por cartão, etc..)
Qual seria a disponibilidade necessária destes pontos?

Quais os tipos de pagamento que o produto deveria possuir?

Os pontos deverão ser instalados em outras localidades além do bandeirão central?

Tabela 2 - Questionário qualitativo

Foram feitas entrevistas com dez pessoas na fila da recarga durante o horário de almoço, das seguintes faculdades da USP: POLI, Veterinária, FEA, Física, Ecologia, Química e Farmácia.

O principal problema levantado pelos entrevistados foi o tamanho das filas em horário de almoço. Além disso, foi citado diversas vezes que apenas um ponto de recarga prejudica quem quer comer em outro restaurante. Se uma pessoa deseja almoçar no “bandeirão” da química, mas não possui créditos na sua carteirinha, ela deve ir até o central apenas para efetuar a recarga. Também foi citado a falta de funcionários para o atendimento nos horários mais cheios.

Todos os entrevistados consideraram a carteirinha o melhor método para efetuar a recarga de créditos para o “bandeirão”. No entanto, diversas pessoas citaram que gostariam que também houvessem tickets de papel para quando não estivessem com a sua carteirinha.

Todos os entrevistados mencionaram que os postos de autoatendimento para recarga ajudaria na resolução desses problemas.

As necessidades do cliente levantadas nas entrevistas qualitativas foram:

- **Consulta ao saldo:** além de permitir a realização da recarga da carteirinha, o produto deve permitir a consulta ao saldo de créditos, para alguém que não saiba quantos créditos possui.
- **Cobrança por cartão:** o produto deve permitir o pagamento com cartão de débito (e eventualmente crédito).
- **Emissão de recibo de compra:** o produto deve emitir um recibo de compra que certifique a compra dos créditos.

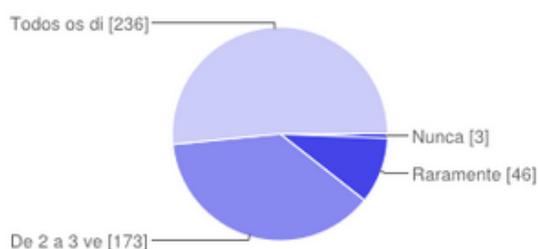
- **Recarregar o bilhete único:** o ponto de recarga deve permitir também a recarga do bilhete único do transporte público de São Paulo.
- **Carregar a refeição do café da manhã:** atualmente a refeição do café da manhã ainda é comprada através de tickets em papel. O produto deve possibilitar a recarga dessa refeição na carteirinha.
- **Emissão de tickets:** além da possibilidade de recarregar o crédito na carteirinha, o produto deve emitir tickets de refeição, para quem não estiver com a carteirinha.
- **Aumento da disponibilidade de horários para recarga:** o produto deve estar disponível para os clientes por mais tempo para recarga.

2.1.3 Entrevistas quantitativas

A partir de todas as necessidades levantadas nas entrevistas qualitativas e pelo grupo, foi elaborado o questionário quantitativo, com perguntas fechadas para os entrevistados. O questionário foi divulgado em redes sociais e grupos de e-mail e foram obtidas 458 respostas.

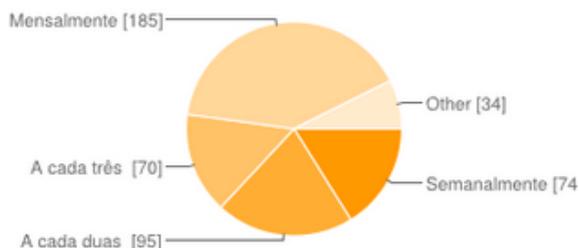
O primeiro grupo de perguntas tratava do perfil de usuários, para identificar que o problema é sofrido por pessoas da USP inteira, não apenas de uma faculdade. Além disso, desejava-se também saber mais sobre o uso dos “bandeões” e o modo como as pessoas recarregam as suas carteirinha.

Com que frequência você frequenta o bandejão?



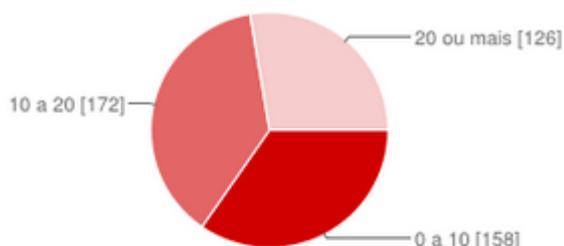
Nunca	3	1%
Raramente	46	10%
De 2 a 3 vezes por semana	173	38%
Todos os dias	236	52%

Com que frequência você carrega a sua carteirinha?



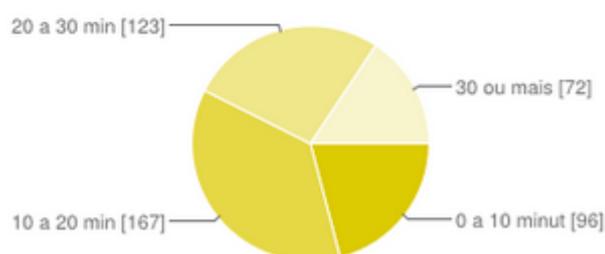
Semanalmente	74	16%
A cada duas semanas	95	21%
A cada três semanas	70	15%
Mensalmente	185	40%
Other	34	7%

Quantas refeições você recarrega por vez?



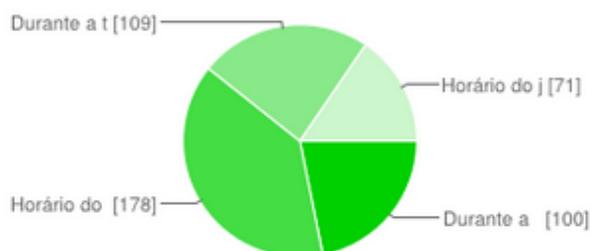
0 a 10	158	35%
10 a 20	172	38%
20 ou mais	126	28%

Qual é o tempo médio gasto na fila para recarga?



0 a 10 minutos	96	21%
10 a 20 minutos	167	36%
20 a 30 minutos	123	27%
30 ou mais	72	16%

Em que horário você costuma recarregar a carteirinha?



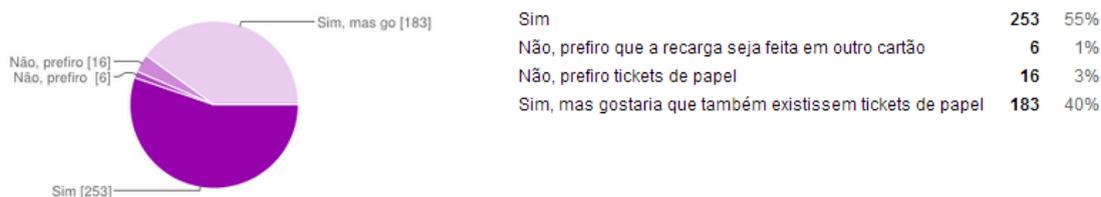
Durante a manhã	100	22%
Horário do almoço	178	39%
Durante a tarde	109	24%
Horário do jantar	71	16%

Nessas perguntas, pode-se observar o perfil dos entrevistados. A maioria dos entrevistados (52%) afirmou comer todos os dias no “bandejão”. 40% dos entrevistados recarregam a carteirinha mensalmente, o que pode ser causado pelas grandes filas para recarga.

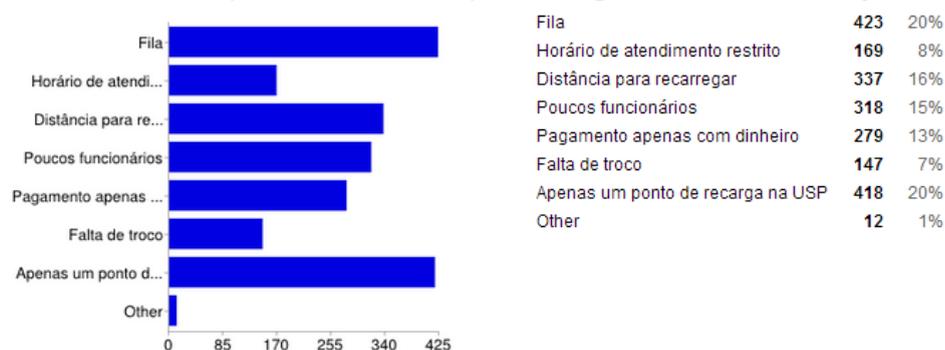
A pesquisa mostrou que 36% das pessoas gastam de 10 a 20 minutos na fila para recarga. Esse tempo é muito significativo, considerando o curto tempo de almoço, e as filas para entrar nos restaurantes. Além disso, 39% das pessoas recarregam as suas carteirinhas em horário de almoço, o que contribui para a formação dessas filas.

As próximas duas perguntas foram feitas em relação ao atual dispositivo de recarga de créditos, a carteirinha, e os maiores problemas enfrentados para a recarga.

Você considera a carteirinha o melhor dispositivo para recarregar tickets do bandejão?



Quais são os maiores problemas enfrentados para recarregar a carteirinha do bandejão?



As respostas do questionário mostram que a maioria dos entrevistados (55%) consideram a carteirinha o melhor dispositivo para recarregar tickets do “bandejão”. No entanto, uma parcela significativa (40%) dos entrevistados gostaria que também existisse os tickets em papel.

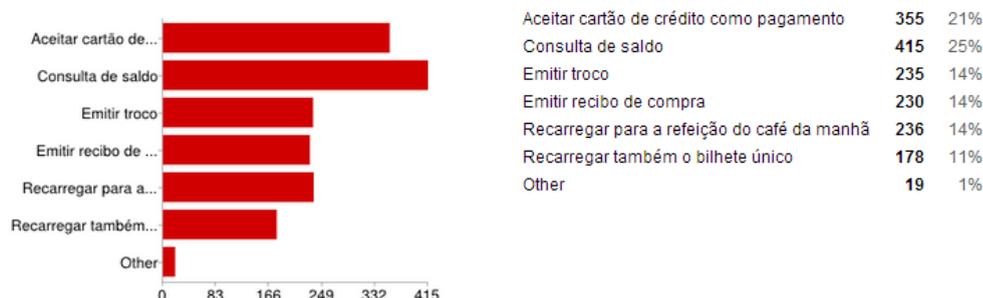
Os principais problemas para realizar a recarga de créditos apontados pelos entrevistados foram as grandes filas e a existência de apenas um ponto

de recarga na USP. Além disso, outros problemas foram bastante significativos, como poucos funcionários no atendimento, distância para recarregar e o pagamento apenas com dinheiro.

Você considera que a instalação de pontos de auto atendimento para recarga ajudaria a solucionar os problemas?



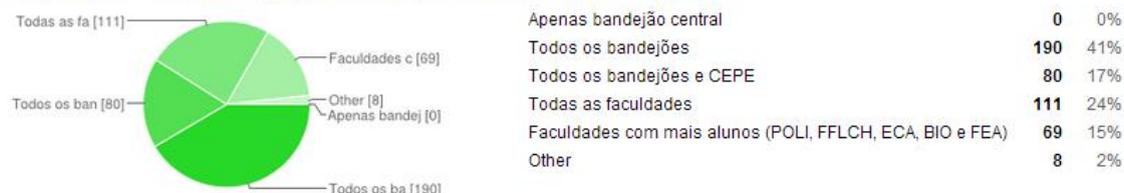
Quais funcionalidades o produto deveria ter?



Qual seria o horário de funcionamento ideal destes postos de autoatendimento?



Em que pontos da USP os postos de atendimento deveriam ser instalados?



99% dos entrevistados consideram que a instalação dos “USPontos de Recarga” ajudaria na solução dos problemas levantados. As principais funcionalidades que o produto deveria ter na visão dos usuários são: a consulta de saldo (25%) e aceitar cartão de crédito como pagamento (21%).

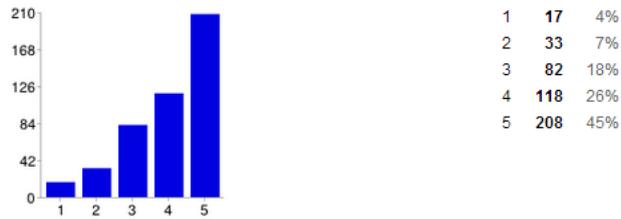
Para 71% dos entrevistados, os pontos de autoatendimento deveriam funcionar das 6h às 23h. Além disso, para 41% dos entrevistados os pontos deveriam ser instalados em todos os “bandejões”.

Para verificar a importância das necessidades dos clientes, foram realizadas perguntas para classificar a importância de cada uma dessas.

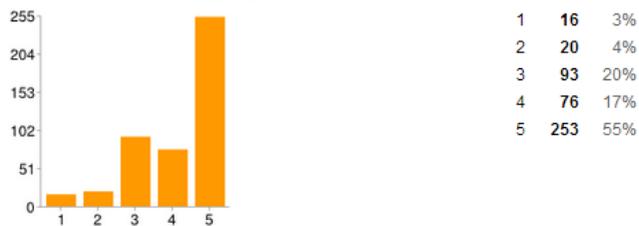
Aumento da disponibilidade de horários para a recarga



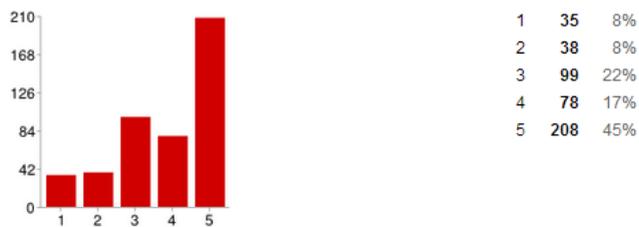
Aceitação de cartão de crédito/débito como pagamento



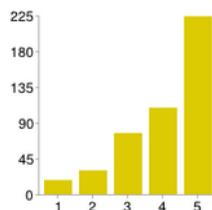
Aceitar dinheiro como pagamento



Emitir troco para o pagamento

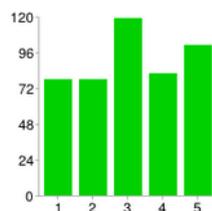


Consulta de saldo da carteirinha



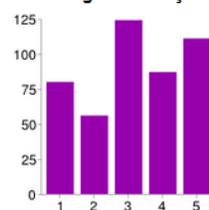
1	18	4%
2	30	7%
3	77	17%
4	109	24%
5	224	49%

Emissão de recibo de compra



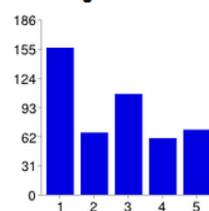
1	78	17%
2	78	17%
3	119	26%
4	82	18%
5	101	22%

Recarregar a refeição do café da manhã



1	80	17%
2	56	12%
3	124	27%
4	87	19%
5	111	24%

Recarregar também o Bilhete Único



1	156	34%
2	66	14%
3	107	23%
4	60	13%
5	69	15%

Na opinião dos entrevistados, as necessidades mais importantes são: aceitar dinheiro como pagamento, consultar o saldo da carteirinha, emitir troco para o pagamento e aceitar cartão como pagamento.

Ao final do questionário, houve um espaço livre para comentários e sugestões sobre o produto. Após a leitura de todos os comentários, indentificamos duas necessidades não levantadas anteriormente.

- **Ser acessível a deficientes:** possuir altura ideal para que deficientes físicos possam utilizar os pontos sem dificuldades.

- **Aceitar vale refeição:** o produto deve também aceitar ticket vale-refeição como forma de pagamento.

2.2 Avaliação das necessidades do cliente intermediário

Como já citado anteriormente, o grupo não conseguiu realizar entrevistas com funcionários do COSEAS devido à burocracia existente. Por acreditarmos que hajam necessidades do cliente intermediário que não são relevantes para os clientes finais, definimos essas necessidades:

- **Facilidade na instalação:** o produto deve ser de fácil instalação, não necessitando de qualquer conhecimento prévio para realizar a sua instalação.
- **Facilidade na manutenção:** o produto deve ser de fácil manutenção, ou então deve haver uma equipe técnica responsável por realizar manutenções periódicas.
- **Durabilidade:** o produto deve possuir um longo ciclo de vida.
- **Confiabilidade:** o sistema deve ser confiável, e possuir poucas falhas.

3. Definição dos requisitos técnicos e das especificações-meta

3.1 Estruturação da voz do cliente

A partir de todos os requisitos coletados anteriormente através de entrevistas e levantamentos feitos pelo grupo, os requisitos foram agrupados e classificados de acordo com o método de Kano:

- **Obrigatório:** não geram um incremento de satisfação dos clientes, pois eles consideram que esses o produto deve conter esses requisitos obrigatoriamente.
- **Revelado:** são os requisitos revelados pelos clientes em entrevistas, e geram um incremento de satisfação pelos clientes.
- **Encantamento:** representam requisitos que não são esperados pelos clientes, ou seja, desejos ocultos e desconhecidos.

Os requisitos levantados nas pesquisas foram classificados e estão listados na tabela a seguir.

Requisitos		Classificação
Funcionalidades de pagamento	Aceitar pagamento em dinheiro	Obrigatório
	Aceitar cobrança por cartão	Obrigatório
	Aceitar pagamento com Vale Refeição	Revelado
	Emitir troco	Revelado
	Emitir recibo de compra	Revelado
Funcionalidades	Permitir recarga de bilhete único	Encantamento
	Permitir consulta de saldo	Obrigatório
	Emitir tickets de papel	Encantamento
	Permitir recarga para "café da manhã"	Revelado
Segurança	Ser seguro contra roubos e furtos	Obrigatório
Usabilidade	Ser de fácil instalação	Revelado
	Ser de fácil manutenção	Obrigatório
	Ser acessível a deficientes físicos	Obrigatório
	Aumentar disponibilidade de horário	Obrigatório
Vida útil	Ter alta durabilidade	Obrigatório
Aparencia	Ter design atraente	Encantamento
Confiabilidade	Sistema deve funcionar regularmente	Obrigatório

Tabela 3- Requisitos dos clientes

Após a classificação desses requisitos segundo a metodologia de Kano, os requisitos do cliente foram associados às características mensuráveis dos produtos, os requisitos de produto.

A tabela abaixo mostra os requisitos do produto para cada requisito do cliente e o seu indicador de performance. Caso não haja um indicador de performance, será analisado se o produto possui ou não o requisito.

Requisitos do Cliente		Requisitos do Produto	Indicador de Performance
Funcionalidades de pagamento	Aceitar pagamento em dinheiro	Leitor de cédulas e moedas	S/N
	Aceitar cobrança por cartão	Leitor de cartão	S/N
	Aceitar pagamento com Vale Refeição	Leitor de VR	S/N
	Emitir troco	Dispositivo de devolução de dinheiro	S/N
	Emitir recibo de compra	Impressora e papel	S/N
Funcionalidades	Permitir recarga de bilhete único	Integração com o SPTrans	S/N

	Permitir consulta de saldo	Leitor de carteirinha e integração com banco de dados	S/N
	Emitir tickets de papel	Impressora e papel	S/N
	Permitir recarga para "café da manhã"	Sistema que também recarregue o cartão	S/N
Segurança	Ser seguro contra roubos e furtos	Dispositivos de segurança	Número de roubos
Usabilidade	Ser de fácil instalação	Simplicidade nos componentes de instalação	Tempo médio de instalação
	Ser de fácil manutenção	Simplicidade na manutenção	Tempo médio de manutenção
	Ser acessível a deficientes físicos	Altura adequada para deficientes	Metros (m)
	Aumentar disponibilidade de horário	Capacidade de se manter em funcionamento por muito tempo	Tempo de funcionamento diário
Vida útil	Ter alta durabilidade	Materiais resistentes	Tempo antes da quebra
Aparência	Ter design atraente	Design atrativo	Avaliação dos clientes
Confiabilidade	Sistema deve funcionar regularmente	Confiabilidade	Taxa de falhas no sistema

Tabela 4 - Requisitos do produto

3.2 Definição do grau de importância dos requisitos do cliente

Após a definição dos requisitos de produto, foram definidos os graus de importância de cada requisito do cliente.

Primeiramente, obteve-se as médias da importância de cada requisito da pesquisa quantitativa. A importância varia de 1 a 5, sendo 5 muito importante e 1 pouco importante.

A partir dos pesos atribuídos nas pesquisas qualitativas, os pesos dos outros requisitos foram definidos pelo grupo. A tabela abaixo mostra os pesos de todos os requisitos.

Requisitos		Cliente	Geral
Funcionalidades de pagamento	Aceitar pagamento em dinheiro	4,2	4,2
	Aceitar cobrança por cartão	4	4
	Aceitar pagamento com Vale Refeição	-	3
	Emitir troco	3,8	3,8
	Emitir recibo de compra	3,1	3,1
Funcionalidades	Permitir recarga de bilhete único	2,6	2,6
	Permitir consulta de saldo	4,1	4,1

	Emitir tickets de papel	-	1
	Permitir recarga para "café da manhã"	3,2	3,2
Segurança	Ser seguro contra roubos e furtos	-	5
Usabilidade	Ser de fácil instalação	-	4
	Ser de fácil manutenção	-	4,5
	Ser acessível a deficientes físicos	-	3,5
	Aumentar disponibilidade de horário	3,8	3,8
Vida útil	Ter alta durabilidade	-	5
Aparencia	Ter design atraente	-	2
Confiabilidade	Sistema deve funcionar regularmente	-	5

Tabela 5 - Grau de importância dos requisitos dos clientes

3.3 Análise de concorrentes

Para realizar a análise com os concorrentes, foram considerados três concorrentes em relação ao produto proposto:

- **Modelo Atual:** o modelo atual não é automatizado e utiliza carteirinhas como dispositivo de recarga de créditos. Para recarregar a carteirinha, é necessário ir a um ponto único de recarga, entregar a carteirinha a um funcionário do local, e ele realiza a recarga através de um sistema. Este modelo não aceita cartões como forma de pagamento.
- **Bilhete Único:** para a recarga do bilhete único é utilizado um sistema muito parecido com o projetado para a carteirinha USP. A máquina aceita cartão e dinheiro, mas não aceita troco, e também possui tela *touchscreen*. É possível visualizar o saldo e há emissão de recibo no final da compra.
- **Sistema de Recarga em Faculdade da Itália:** o modelo utilizado em faculdade italiana aceita pagamento em dinheiro e cartão, mas não emite troco. Segundo o aluno entrevistado, o funcionamento dos leitores para dinheiro e moeda funciona bem. No entanto, o pagamento em cartão muitas vezes não está funcionando. Também estão disponíveis as opções de consulta de saldo e emissão de recibo. E o horário de funcionamento também é muito limitado, apenas enquanto o restaurante universitário está aberto.

Os resultados da análise competitiva estão listados na tabela abaixo.

		Grau de importância (Geral)	Nosso Produto	Modelo Atual	Bilhete Único	Itália	Plano de Qualidade	Índice de Melhoria	Argumento de Venda	Peso Absoluto	Peso Relativo (%)
Funcionalidades de pagamento	Aceitar pagamento em dinheiro	4,2	4,2	5	5	5	5	1,2	1	5	6,34%
	Aceitar cobrança por cartão	4	4	1	5	2	5	1,3	1	5	6,34%
	Aceitar pagamento com Vale Refeição	3	1	1	1	1	1	1	1,2	3,6	4,56%
	Emitir troco	3,8	4	3	1	1	5	1,3	1,2	5,7	7,22%
	Emitir recibo de compra	3,1	3	1	5	4	5	1,7	1,2	6,2	7,86%
Funcionalidades	Permitir recarga de bilhete único	2,6	1	1	5	5	1	1	1,5	3,9	4,94%
	Permitir consulta de saldo	4,1	4	5	5	5	5	1,3	1	5,1	6,49%
	Emitir tickets de papel	1	1	1	1	1	1	1	1,5	1,5	1,90%
	Permitir recarga para "café da manhã"	3,2	3,2	5	1	1	5	1,6	1,2	6	7,60%
Segurança	Ser seguro contra roubos e furtos	5	5	4	5	4	5	1	1	5	6,34%
Usabilidade	Ser de fácil instalação	4	4	2	4	5	4	1	1,2	4,8	6,08%
	Ser de fácil manutenção	4,5	4,5	3	4,5	3	4,5	1	1	4,5	5,70%
	Ser acessível a deficientes físicos	3,5	3	5	1	5	3,5	1,2	1	4,1	5,17%
	Aumentar disponibilidade de horário	3,8	4	2	3	3	5	1,3	1	4,8	6,02%
Vida útil	Ter alta durabilidade	5	5	5	4	5	5	1	1	5	6,34%
Aparencia	Ter design atraente	2	2	1	3	3	2,5	1,3	1,5	3,8	4,75%
Confiabilidade	Sistema deve funcionar regularmente	5	5	4	3	4	5	1	1	5	6,34%
										79	100,00%

Tabela 6 - Análise competitiva

3.4 Matriz de qualidade

A seguir está listada a matriz da casa de qualidade completa, onde foram obtidas as especificações-meta do produto.

Características da Qualidade		Requisitos do Produto													Características da Qualidade													
		Leitor de cédulas e moedas	Leitor de cartão	Leitor de VR	Dispositivo de devolução de dinheiro	Impressora e papel	Integração com o SPTrans	Leitor de carteira e integração com banco de dados	Sistema que também recarregue o cartão	Dispositivos de segurança	Simplicidade nos componentes de instalação	Simplicidade na manutenção	Altura adequada para deficientes	Capacidade de se manter em funcionamento por muito tempo	Materials resistentes	Design atrativo	Confiabilidade	Grau de importância (Geral)	Nosso Produto	Modelo Atual	Bilhete Único	Itália	Plano de Qualidade	Índice de Melhoria	Argumento de Venda	Peso Absoluto	Peso Relativo (%)	
Funcionalidades de pagamento	Aceitar pagamento em dinheiro	9			9					9								4,2	4,2	5	5	5	5	1,19	1	5,00	6,34%	
	Aceitar cobrança por cartão		9	3														4	4	1	5	2	5	1,25	1	5,00	6,34%	
	Aceitar pagamento com Vale Refeição		3	9														3	1	1	1	1	1	1,00	1,2	3,60	4,56%	
Funcionalidades	Emitir troco	9			9					9								3,8	4	3	1	1	5	1,25	1,2	5,70	7,22%	
	Emitir recibo de compra					9												3,1	3	1	5	4	5	1,67	1,2	6,20	7,86%	
	Permitir recarga de bilhete único						9											2,6	1	1	5	1	1	1,00	1,5	3,90	4,94%	
Segurança	Permitir consulta de saldo						9											4,1	4	5	5	5	5	1,25	1	5,13	6,49%	
	Emitir tickets de papel					9												1	1	1	1	1	1	1,00	1,5	1,50	1,90%	
	Permitir recarga para "café da manhã"							9										3,2	3,2	5	1	1	5	1,56	1,2	6,00	7,60%	
Usabilidade	Ser seguro contra roubos e furtos	1	9	9	1				9									3	5	5	4	5	4	5	1,00	1	5,00	6,34%
	Ser de fácil instalação	3	3	3	3					9								4	4	2	4	5	4	1,00	1,2	4,80	6,08%	
	Ser de fácil manutenção	9	1	1	9						3	9						4,5	4,5	3	4,5	3	4,5	1,00	1	4,50	5,70%	
Vida útil	Ser acessível a deficientes físicos																	3,5	3	5	1	5	3,5	1,17	1	4,08	5,17%	
	Aumentar disponibilidade de horário																	3,8	4	2	3	3	5	1,25	1	4,75	6,02%	
	Ter alta durabilidade								3		3							5	5	5	4	5	5	1,00	1	5,00	6,34%	
Aparência	Ter design atraente																	2	2	1	3	3	2,5	1,25	1,5	3,75	4,75%	
	Sistema deve funcionar regularmente																	9	5	5	4	3	4	5	1,00	1	5,00	6,34%
Confiabilidade	Grau de importância (req. do produto)	1,98	1,52	1,41	1,98	0,88	0,44	0,58	0,68	1,98	0,72	1,27	0,47	0,73	1,14	0,43	0,76	16,98									78,9	100,00%
	Percentual	11,7%	8,9%	8,3%	11,7%	5,2%	2,6%	3,4%	4,0%	11,7%	4,2%	7,5%	2,7%	4,3%	6,7%	2,5%	4,5%	100,0%										

Unidade	S/N	Número de roubos	Tempo médio de instalação	Tempo médio de manutenção	Metros (m)	Tempo de funcionamento diário	Tempo antes da quebra	Avaliação dos clientes (0-10)	Taxa de falhas no sistema								
Atual	N	N	N	N	N	N	N	S	S	-	-	-	1,2	12h	-	1	-
Bilhete Único	S	S	N	N	S	S	S	S	N	-	-	-	1,2	20h	-	8	-
Itália	S	S	N	N	S	N	S	N	-	-	-	0,8	6h	-	6	-	
Plano (Meta)	S	S	N	N	S	N	S	S	0	-	1h	0,8	14h	-	9	-	

Tabela 7 - Matriz QFD

3.5 Especificações do produto

	Leitor de cédulas e moedas	Leitor de cartão	Leitor de VR	Dispositivo de devolução de dinheiro	Impressora e papel	Integração com o SPTrans	Leitor de carteirinha e integração com banco de dados	Sistema que também recarregue o café da manhã	Dispositivos de segurança	Simplicidade nos componentes de instalação	Simplicidade na manutenção	Altura adequada para deficientes	Capacidade de se manter em funcionamento por muito tempo	Materiais resistentes	Design atrativo	Confiabilidade
Plano (Meta)	S	S	N	N	S	N	S	S	0	-	1h	0,8	14h	-	9	-

Tabela 8 - Especificações do produto

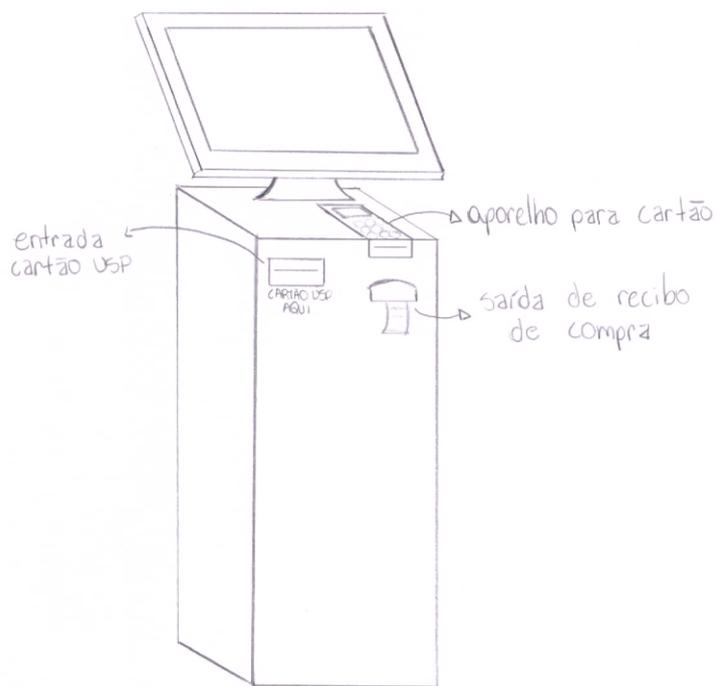
Após a análise, chegamos às especificações meta do produto, que deverá conter: **leitor de cédulas e moedas**, já que foi considerado de extrema importância que aceite pagamento em dinheiro. **Leitor de cartão**, o que seria um grande diferencial em comparação ao modelo atual.

No entanto, o produto NÃO deverá conter **leitor de Vale Refeição**, nem **dispositivo de devolução de dinheiro**, nem **integração com o sistema da SPTrans**. Como foi considerada importante a emissão de recibo de compra, o produto deverá conter **impressora e papel**. A instalação de **leitor de carteirinha com sistema integrado com banco de dados** é essencial para o projeto em questão; que também deverá possibilitar recarga para a refeição café da manhã.

Foi considerada que a altura ideal que atendesse as necessidades de **acessibilidade** seria de 0,8 metros. E que é necessário uma **maior disponibilidade de tempo para recarga durante o dia**, chegando ao valor de 14 horas. E, de acordo com o requisito de **simplicidade na manutenção**, chegou-se que o tempo para manutenção deve ser de 1 hora. Ainda, o produto deverá ser **confiável**, de **simples instalação** e fabricado em **materiais resistentes**.

4. Desenhos a mão livre

O desenho do protótipo foi baseado no modelo do ponto de recarga do bilhete único. O desenho descreve o produto de modo simplificado. Foram consideradas as especificações meta obtidas com o QFD.



5. Análise funcional

Para realizar a análise funcional do produto, foi definida primeiramente a função global. Para o produto em questão a função global, que é a mais abrangente do produto, é recarregar créditos de bandeirão na carteira USP.

Após a definição da função global, foram definidas as funções básicas do produto, que atendem as necessidades dos usuários. As funções básicas definidas foram: ler carteira, comunicar com sistema, receber o pagamento, inserir créditos.

Foram definidas algumas funções secundárias do produto: consultar o saldo, ler dinheiro, ler cartão de crédito, imprimir recibo,

5.1 Desdobramento da função principal

Após a definição das funções do produto, foi realizado o desdobramento da função principal, recarregar créditos de bandeirão na carteira USP. As **entradas** dessa função são: energia, carteira, pagamento (que pode ser em dinheiro ou cartão) e comando (referente a quantidade de créditos que o usuário deseja). As **saídas** da função são: energia, carteira recarregada e recibo de carregamento. Com isso, obteve-se o seguinte diagrama funcional:

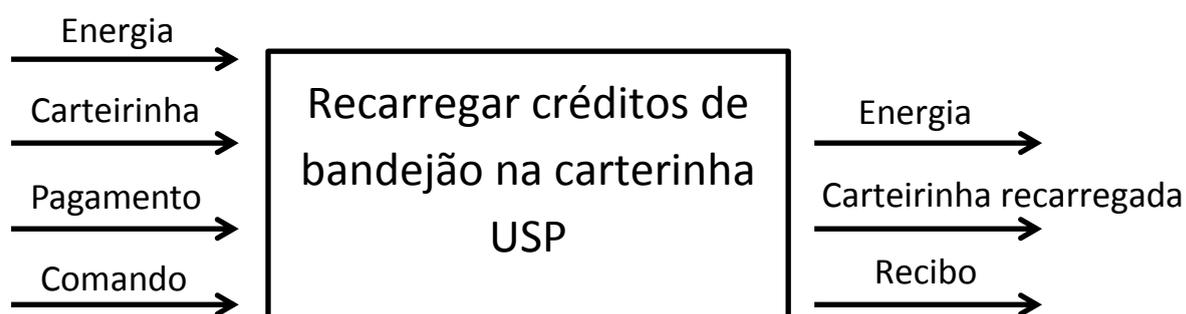


Figura 3 - Desdobramento da Função Principal (Parte 1)

Obteve-se então o desdobramento da função principal:

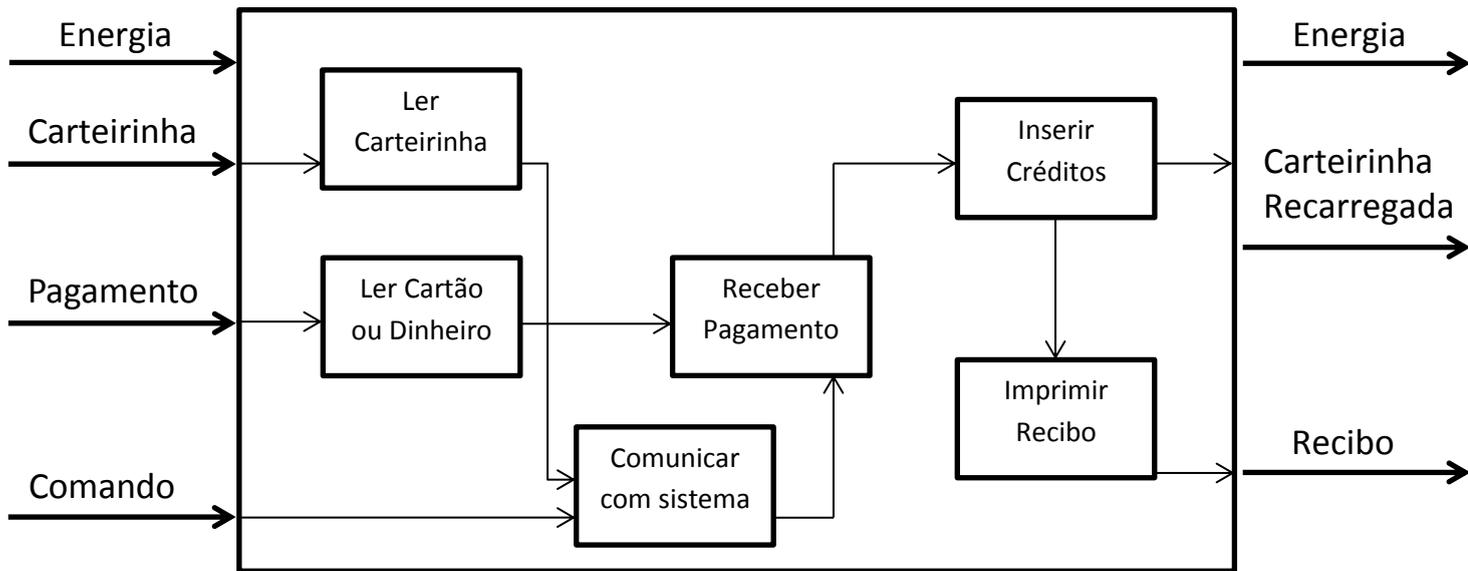


Figura 4 - Desdobramento da Função Principal (Parte 2)

5.2 Diagrama FAST

Finalmente, obtivemos o diagrama do modelo FAST a seguir:

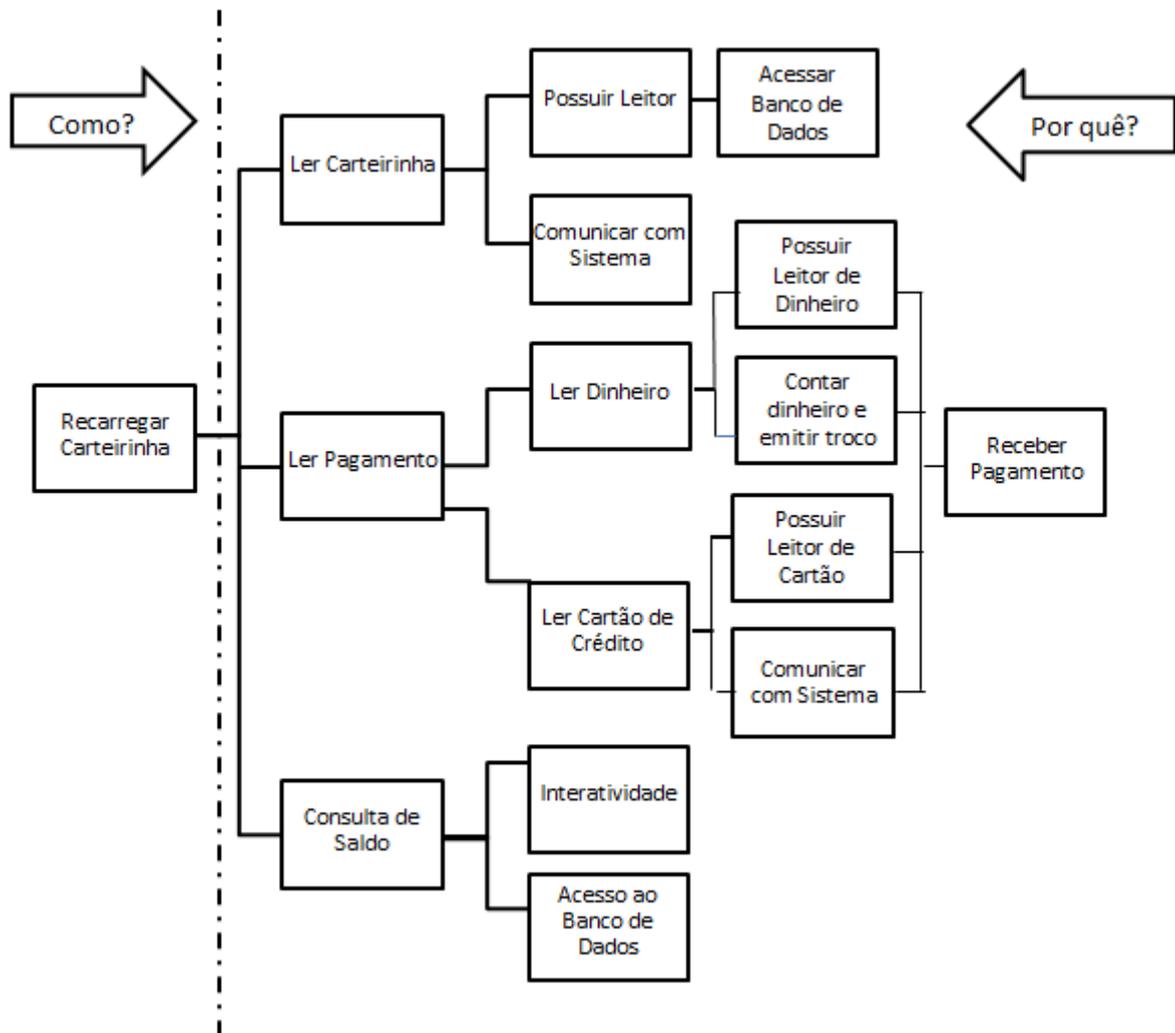


Figura 5 - Diagrama FAST

5. Estudo de diferenciação

Podemos iniciar a análise de diferenciação do USPontos de recarga estabelecendo um comparação com o modelo atual aplicado. O modelo atual não é automatizado e utiliza carteirinhas como dispositivo de recarga de créditos. Para recarregar a carteirinha, é necessário ir a um ponto único de recarga, entregar a carteirinha a um funcionário do local, e ele realiza a recarga através de um sistema. Este modelo não aceita cartões como forma de pagamento.

Algumas universidades já utilizam postos de autoatendimento, a faculdade Politécnico di Torino na Itália foi escolhida para comparação, por apresentar um modelo próximo do proposto. O modelo utilizado em faculdade italiana aceita pagamento em dinheiro e cartão, mas não emite troco. Também estão disponíveis as opções de consulta de saldo e emissão de recibo. E o horário de funcionamento também é muito limitado, apenas enquanto o restaurante universitário está aberto.

O USPontos de Recarga possibilita pagamento por cartões, um método preferido por uma grande parte dos usuários em todas as áreas de comércio e para qualquer tipo de compra. Além disso, o modelo proposto prevê a instalação de diversos pontos de autoatendimento no campus, ocasionando diminuição das filas e no deslocamento necessário para recarga.

Há também a proposta de aumento do horário de funcionamento que traz mais comodidade para alunos e funcionários, que frequentam a universidade em diferentes turnos. Outra funcionalidade diferencial é a emissão de um recibo de recarga, apontando dados da finalização da compra. Assim, o modelo de pontos de atendimento proposto com o USPontos de Recarga apresenta vantagem clara com relação ao modelo vigente, e alterações de melhoria com relação ao modelo de faculdade italiana.

Funcionalidades	Modelo Atual	Modelo de faculdade italiana	USPonto de Recarga
Pagamento por cartão		X	X
Pagamento em dinheiro	X	X	X
Pagamento com moedas	X	X	X
Emissão de troco	X		X
Emissão de recibo		X	X
Menor restrição de horário de funcionamento			X
Maior disponibilidade de postos no campus			X

Tabela 9 - Estudo da Diferenciação do Produto

6. Elaboração da escala vertical e determinação do valor mercadológico

Para o nosso produto, USPontos de Recarga, não existem produtos concorrentes, portanto o grupo teve de adaptar a esacala vertical para este caso.

Foram selecionados produtos do mercado que contenham partes necessárias para o nosso produto, como também produtos que irão compor o produto final. Assim, conseguiu-se desenvolver a nossa escala vertical.

Os produtos da escala e seus preços estão detalhados a seguir.

Caixa Eletrônico

O produto se assemelha a um caixa eletrônico de bancos, de modo que será um posot de autoatendimento, em que o usuário realizará operações automaticamente.



Figura 6 - Caixa Eletrônico

Preço médio: R\$11 000,00

Desktop

O produto deverá acessar o banco de dados, processar informações e integrar os dispositivos anexos, como o leitor de carteirinha, a máquina de cartão e leitor de cédulas e moedas. Aproximamos esse dispositivo para um desktop Dell Optiplex 3011-A10, que possui um HD de apenas 500GB e memória RAM de 4GB.



Figura 7 - Desktop

Preço: R\$ 2051,15

Máquina de cartão de crédito

Como foi apontado na pesquisa, uma das formas de pagamento será por cartão de débito ou crédito, logo o nosso produto demanda uma máquina de cartão para fazer as cobranças.



Figura 8 - Máquina de Cartão de Crédito

Preço: R\$ 86,90 por mês

Roteador wireless

O roteador wireless possibilita a conexão de internet sem fio, permitindo uma troca de informações remota. O nosso produto precisará de um meio de comunicação remota com o banco de dados. Aproximamos esse dispositivo pelo roteador wireless 300Mbps WR841N – TP – Link.



Figura 9 - Roteador Wireless

Preço: R\$99,00

Tablet

O produto a ser desenvolvido pretende apresentar uma interface em tela touchscreen, tecnologia largamente utilizada em tablets. Foi buscado um tablete que mais se aproxima das características buscadas para os pontos de autoatendimento.

- Tela 10”
- 4GB de memória
- WiFi

- Processador 1.2 GHz



Figura 10 - Tablet

Preço: R\$ 467,90

Software

O produto deverá possuir um software que administre um banco de dados e que realize atualizações nele. Para o grupo, o software que mais se aproxima dessa necessidade é o Microsoft Access.



Figura 11 - Pacote Office

Preço: R\$ 1179,00

Após a realização do benchmarking, obtivemos a seguinte escala de preços:

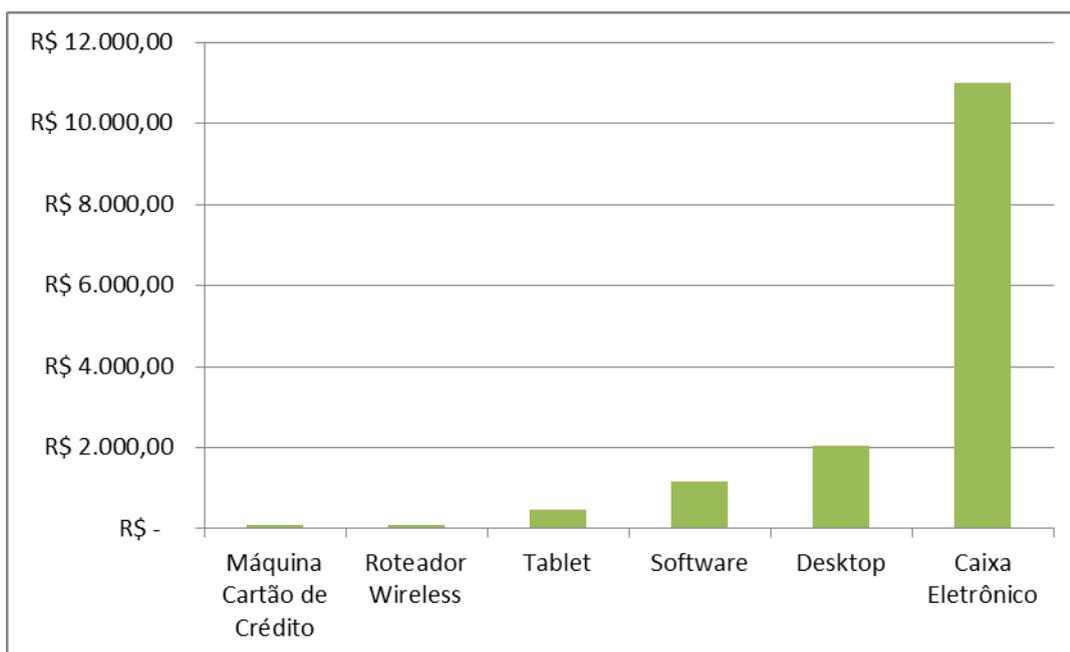


Gráfico 2 - Escala Vertical

Para realizar a definição do valor mercadológico do produto, o grupo acredita que ele se aproxima mais de um Desktop. No entanto, ele possuirá todos os outros dispositivos: máquina de cartão de crédito, roteador wireless, tablet e software. Assim, para realizar a estimativa de preço, optou-se por somar todos os valores, chegando no preço final de **R\$3883,95**.

Além da escala vertical, devido à particularidade do nosso produto, o grupo procurou estimar o investimento inicial da implantação da solução proposta de automação utilizando ferramentas da matemática financeira, precisamente da análise de investimentos.

A partir da determinação do *payback* desejado pela Universidade de São Paulo foi possível estimar o investimento inicial que a USP estaria disposta a fazer para automatizar a recarga das carterinhas utilizando a seguinte metodologia:

Em primeiro lugar foi necessário estimar os custos atuais que o COSEAS tem para prestar o serviço de recargas. Para tal, foi considerada a utilização de três funcionários que recebem um salário da ordem de dois

salários mínimos. Adicionando os encargos sociais pela duplicação dos salários obtivemos o custo mensal atual:

$$\text{Custo mensal atual} = ([(724,00 \times 2)] \times 2) \times 3 = \text{R\$ } 8.688,00$$

Em segundo lugar, de modo a elaborarmos os fluxos de caixa resultantes da economia pela substituição da situação atual pelos pontos de autoatendimento, foi estimado um custo mensal de operação de 10% do valor do investimento inicial. Assim o fluxo de caixa mensal é dado por:

$$\text{Fluxo de Caixa Mensal} = 8.688,00 - 0,1 \times \text{Investimento inicial}$$

Além disso, em função do desconhecimento do custo de capital médio ponderado da organização foi adotada uma taxa de desconto mensal compatível com a taxa CDI. Nesse caso utilizamos uma taxa de 0,9% ao mês. Finalmente após a determinação de um *payback* de 2 anos, utilizando a ferramenta *Solver* do Excel foi possível obter o investimento inicial máximo e o respectivo custo mensal de operação dadas as condições fornecida:

$$\text{Investimento inicial} = \text{R\$ } 59.297,67$$

$$\text{Custo mensal de operação} = \text{R\$ } 5.929,77$$

A seguir, a demonstração dos fluxos de caixa para um período de 36 meses e o gráfico do valor presente líquido em função do tempo:

Periodo	Fluxo de Caixa	VPL
0	-59.297,67	-59.297,67
1	2.758,23	-56.564,04
2	2.758,23	-53.854,79
3	2.758,23	-51.169,71
4	2.758,23	-48.508,58
5	2.758,23	-45.871,18
6	2.758,23	-43.257,31
7	2.758,23	-40.666,76
8	2.758,23	-38.099,31
9	2.758,23	-35.554,76
10	2.758,23	-33.032,91
11	2.758,23	-30.533,55
12	2.758,23	-28.056,49
13	2.758,23	-25.601,52
14	2.758,23	-23.168,45
15	2.758,23	-20.757,09
16	2.758,23	-18.367,23
17	2.758,23	-15.998,68
18	2.758,23	-13.651,27
19	2.758,23	-11.324,79
20	2.758,23	-9.019,07
21	2.758,23	-6.733,91
22	2.758,23	-4.469,13
23	2.758,23	-2.224,55
24	2.758,23	0,00
25	2.758,23	2.204,71
26	2.758,23	4.389,76
27	2.758,23	6.555,31
28	2.758,23	8.701,55
29	2.758,23	10.828,65
30	2.758,23	12.936,77
31	2.758,23	15.026,09
32	2.758,23	17.096,78
33	2.758,23	19.148,99
34	2.758,23	21.182,90
35	2.758,23	23.198,66
36	2.758,23	25.196,45

Tabela 10 - Fluxo de caixa do investimento

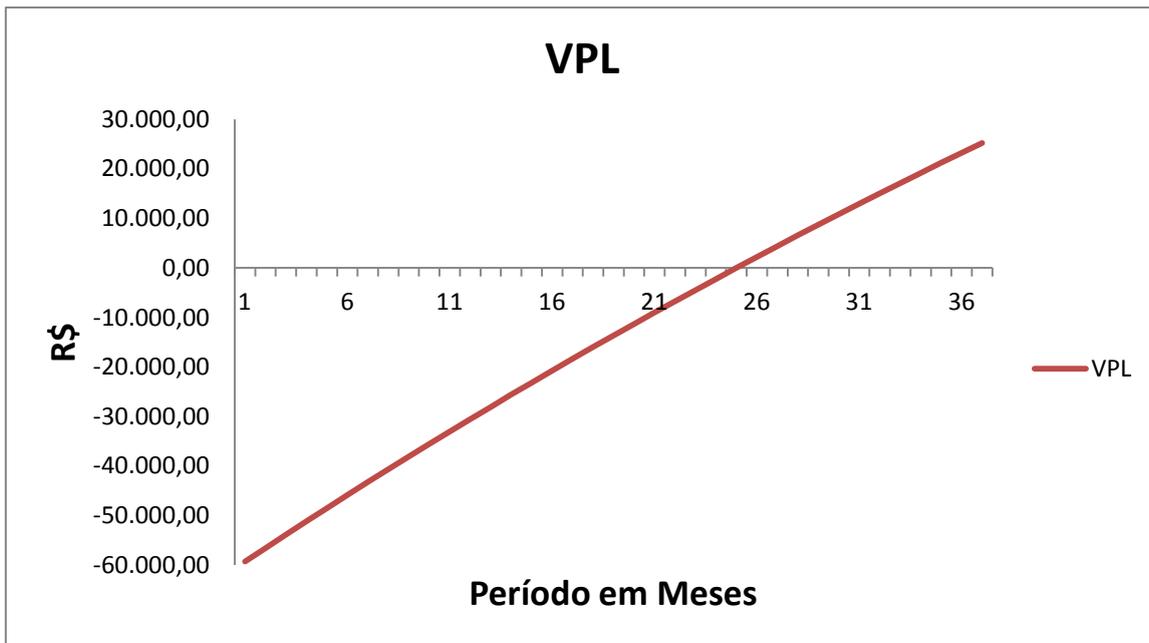


Gráfico 3 - VPL do investimento

Após a obtenção do investimento inicial, podemos dividir esse valor pelo número de pontos de autoatendimentos que serão instalados para obter o investimento inicial unitário. Posteriormente nesse documento será justificada a necessidade de instalação de 12 pontos de autoatendimento para satisfazer os clientes. Desse modo temos:

$$\textit{Investimento inicial unitário} = \frac{\textit{Investimento inicial}}{\textit{número de pontos}}$$

$$\textit{Investimento inicial unitário} = \frac{59.297,67}{12} = \text{R\$ } 4.941,47$$

O resultado obtido mostra-se coerente ao posicionar-se acima de um notebook e abaixo de um caixa eletrônico, que possui maior complexidade.

7. Estudo de aproveitamento técnico

7.1 Tela Touch Screen

A tela touch screen é um visor que promove a interatividade entre o usuário e o produto, pois faz com que o produto responda ao toque do usuário. Existem várias tecnologias para este tipo de tela: telas resistivas, telas

capacitivas, telas de ondas acústicas e sistemas de microcâmeras do Microsoft Surface.

No entanto, o grupo resolveu focar nas duas mais populares, as telas resistivas e as capacitivas, que serão explicadas e analisadas a seguir.

Telas Resistivas

Esta tecnologia faz com que a tela responda ao comando através da pressão na tela. São as telas que utilizam canetas para escrever no monitor, a pressão do dedo do usuário ou qualquer outro objeto. A pressão exercida na tela é reconhecida e traduzida em um comando. O principal problema desta tecnologia é que a luminosidade do visor fica um pouco reduzida, pois as camadas deixam passar apenas 75% da luminosidade. O modelo de celular Nokia 5800 utiliza essa tecnologia.



Figura 12 - Tela Resistiva

Telas Capacitivas

É a tecnologia utilizada pela Apple nos iPhones e iTouchs, onde as telas são sensíveis ao toque sem a necessidade de exercer pressão sobre elas. Há uma camada carregada de eletricidade sobre a tela, que realizam uma pequena descarga elétrica com o toque do dedo do usuário. O ponto que sofreu a descarga é reconhecido, e efetua um comando no aparelho. Ao contrário das telas resistivas, essa tecnologia permite a passagem de cerca de 90% da luminosidade.



Figura 13 - Tela Capacitiva

Para o nosso produto, o grupo considerou que a melhor tecnologia para o visor é a tela resistiva. As telas capacitivas são muito caras, cujos preços podem chegar a custar 50% a mais. Para smartphones e tablets, esse investimento é válido, no entanto, para o produto em questão consideramos que esse investimento não compensa.

7.2 Leitor de carteirinha

Leitores de carteirinha USP são largamente utilizados em toda a universidade, como por exemplo no CEPEUSP para controlar a entrada de alunos e também na recarga de créditos no modelo atual. Portanto, podemos nos beneficiar dessa tecnologia, acrescentando o leitor já utilizado na estrutura do posto de autoatendimento.

7.3 Leitor de cédulas e moedas

Para que seja possível o pagamento em moedas e cédulas, o produto deverá conter um sistema de leitores que se conectam ao sistema. Esse modelo é largamente utilizado em *vending machines* de diversos produtos, como bebidas e snacks. Como funciona o sistema:



Figura 14 – Componentes do leitor de cédulas e moedas

Detalhamento dos componentes necessários:



Placa USB 1.1 (leitura de moedas e cédulas) + 1 licença de software

Placa para ser conectada à um leitor de cédulas e/ou

Figura 15 - Placa USB

moedeiro e em um computador pela porta USB.

Preço: R\$ 290,00



Leitor de moedas (Comparador)

Leitor de moedas para ser conectado nas placas USB ou SERIAL, este leitor aceita todas as moedas. Neste moedeiro o usuário define qual tipo de moeda ira aceitar, aceita somente uma que for programada.

Figura 16 - Leitor de moedas

Preço: R\$ 180,00



Leitor de cédulas

Leitor para ser ligado à placa.

Figura 17 - Leitor de cédulas

Preço: R\$ 546,00

7.4 Leitor de cartão de crédito

Para realizar o pagamento da recarga o ponto de autoatendimento oferece a opção de pagar com cartão de débito ou crédito. Atualmente, no Brasil, duas empresas dominam o serviço, a Redecard e a Cielo. Fazendo um levantamento de dados destacamos cinco pontos importantes para se analisar antes de fazer a escolha de que máquina usar.

Atendimento: ambas sofrem muitas reclamações quanto ao atendimento. Estipula-se que nenhuma das empresas estavam preparadas para a expansão que o mercado teve, logo não conseguem responder à demanda. Comparativamente a Redecard é considerada, por alguns sites, a melhor.

Abrangência: de acordo com o site das duas empresas a Redecard atende catorze bandeiras, enquanto a Cielo abrange 25, incluindo American Express.

Custo: nenhum deles se destaca nesse parâmetro.

Serviço: levantando pelos sites das empresas a Cielo se orgulha por ter uma estrutura com maior capacidade, enquanto a Redecard alega ser mais estável e que possui um sistema que não “cai”.

Interface de sistema: a Cielo, diferentemente da Redecard, modernizou seus aparelhos e ampliou as formas de pagamento, como aplicativos para fazer a cobrança por celular.

Concluimos que as máquinas são muito semelhantes, porém a Cielo foi a escolhida para o produto por atender mais bandeiras e possuir um sistema mais confiável.

7.5 Impressora de recibo

Para o ponto de recarga emitir recibo ao final da compra é necessário conter uma impressora ligada a placa USB.

A impressora térmica USB e Serial Cupom Não Fiscal 57mm se assemelha com a impressora que o produto deverá conter. Ela utiliza um rolo de papel, e através de um comando, imprime com tinta o conteúdo desejado. A impressora custa R\$279,90.



Figura 18 - Impressora de Recibo

7.6 Transmissão de dados

Para o funcionamento do sistema e acesso ao banco de dados é necessária alguma forma de transmissão de dados. Entre conexão banda larga e WiFi, pretende-se utilizar o Wifi, através de um roteador wireless. As redes Wi-Fi operam através de um adaptador (sem fio) para computadores, que capta as informações e as traduz na forma de sinais de rádio, as quais são transmitidos com o auxílio de uma antena.

O roteador (também sem fio), cuja função é realizar a distribuição dos sinais da rede, além de "escolher" o melhor caminho para o envio de um conjunto de dados, é quem recebe o sinal e o decodifica. É ele quem envia as informações para a internet usando uma conexão (com fios), a Ethernet, responsável pela interconexão de redes locais.



Roteador TP-Link Wireless TL-WR740N (150 Mbps/ 1 Antena Fixa)

- Velocidade Wireless de até 150Mbps
- Bridge

wireless WDS oferece bridging ininterrupto para ampliar sua rede wireless

- Suporta firewall SPI e gerenciamento de controle de acesso
- Suporta criptografias WPA/WPA2

Preço: R\$ 62,80

8. Reformulação dos desenhos iniciais

Nessa etapa do desenvolvimento do produto os desenhos iniciais foram reformulados através da utilização do software *SketchUp*. O grupo utilizou a ferramenta de desenho em *layers*, ou camadas, de modo a focar no desenho não somente da parte externa como também da parte interna. Além disso, para obter-se uma percepção das dimensões do ponto de autoatendimento, foi utilizado um recurso do software que permite adicionar um objeto que representa uma pessoa de

1,75 m de altura. Os desenhos apresentados apresentam aproximadamente as dimensões e a localização dos elementos identificados nos mesmos. A seguir os desenhos elaborados:

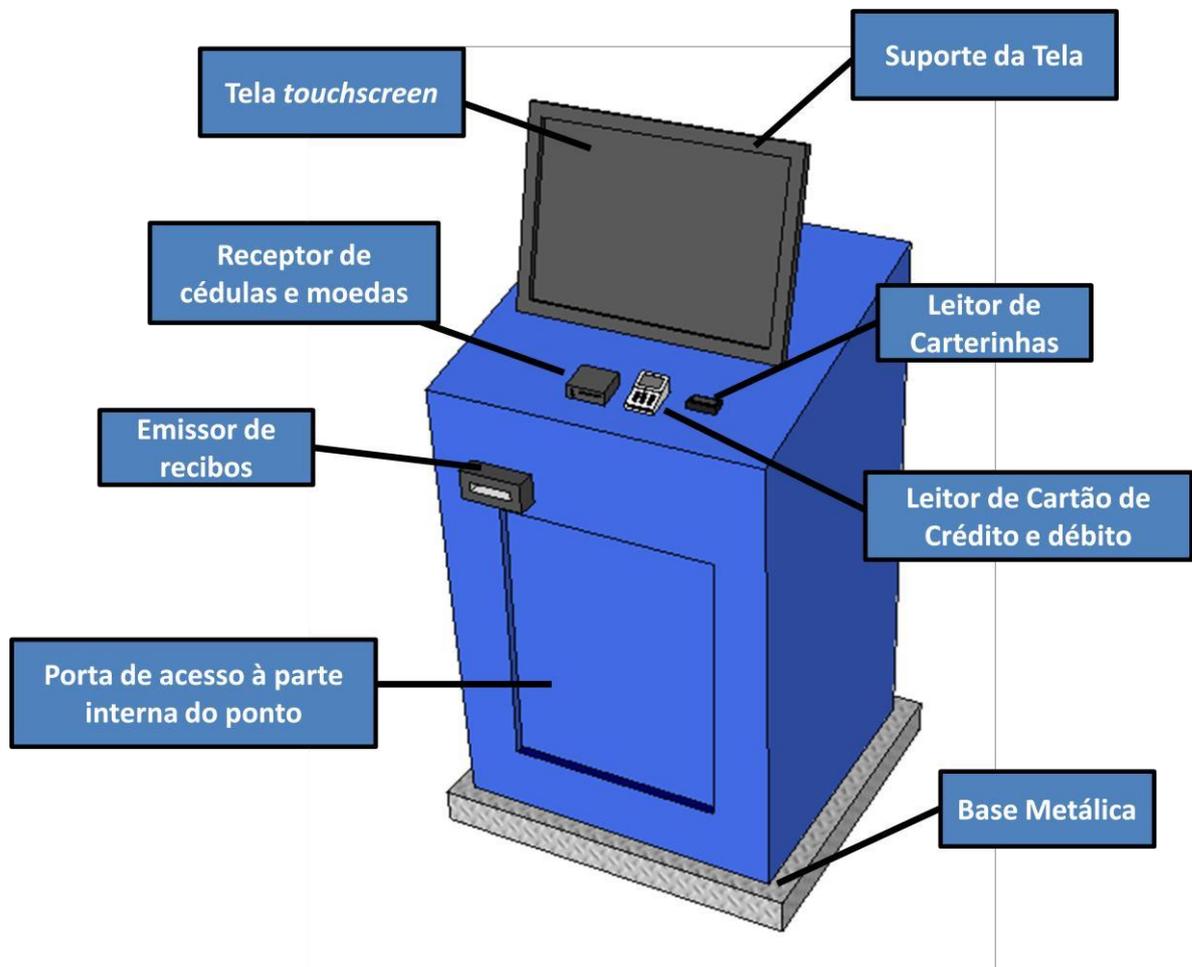


Figura 19 - Vista frontal com legenda

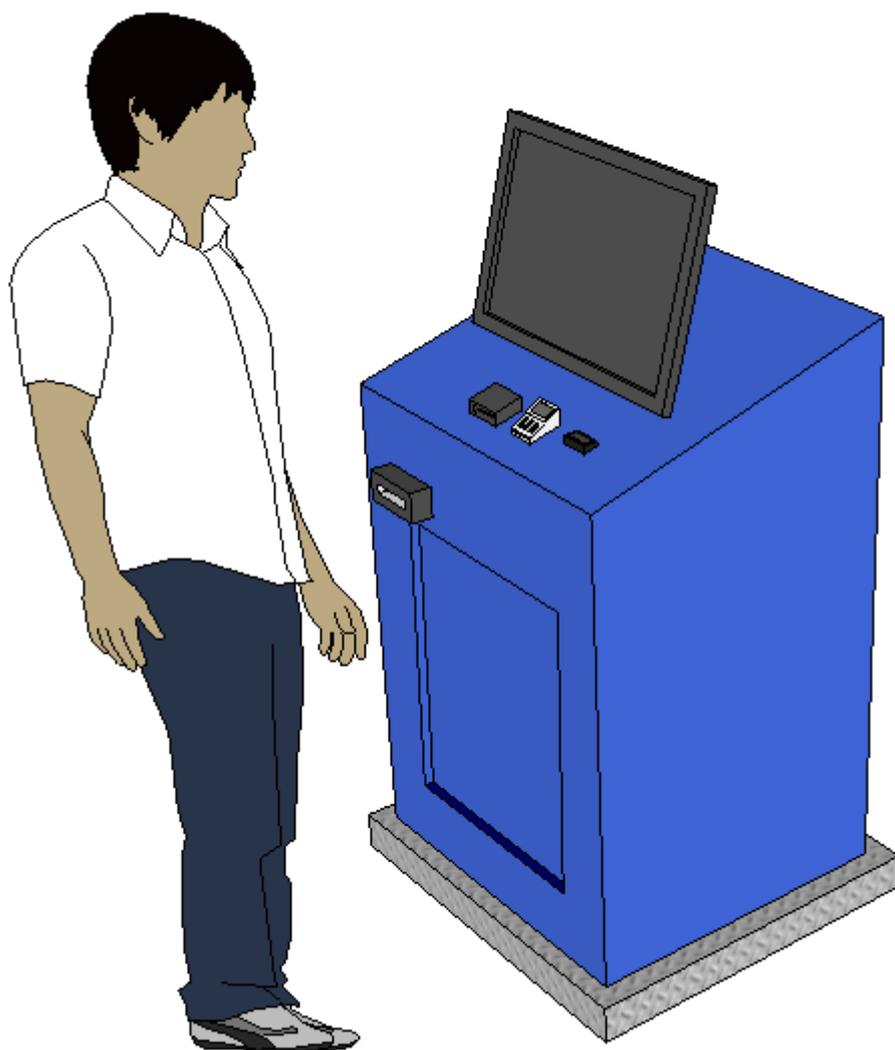


Figura 20 - Comparação de dimensões

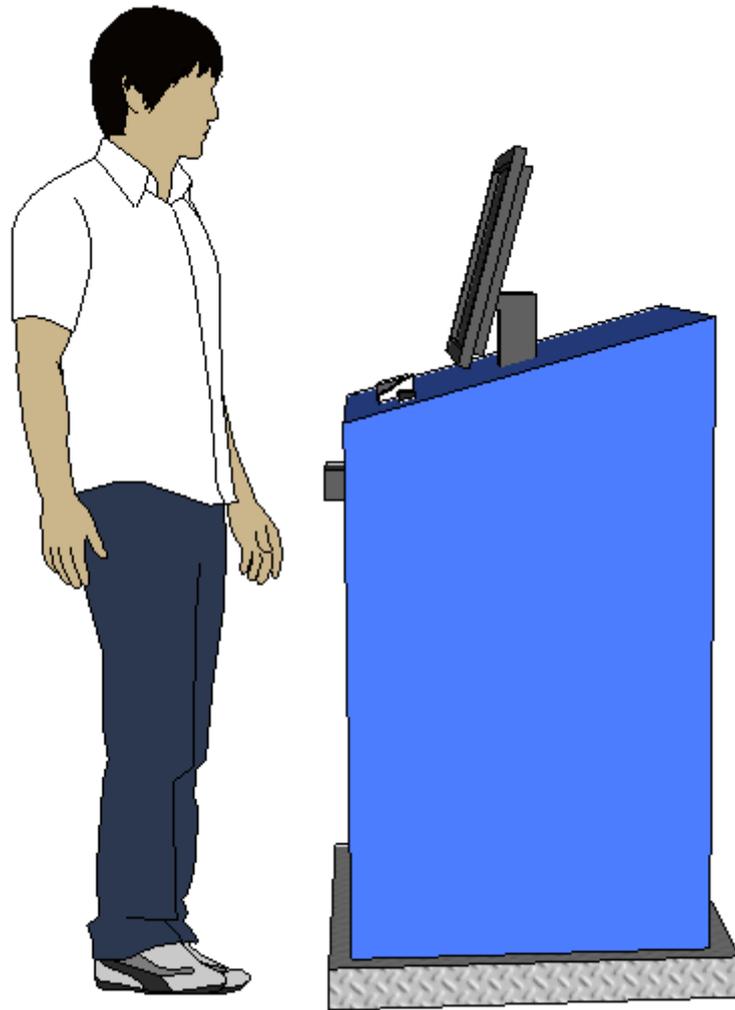


Figura 21 - Comparação lateral de dimensões

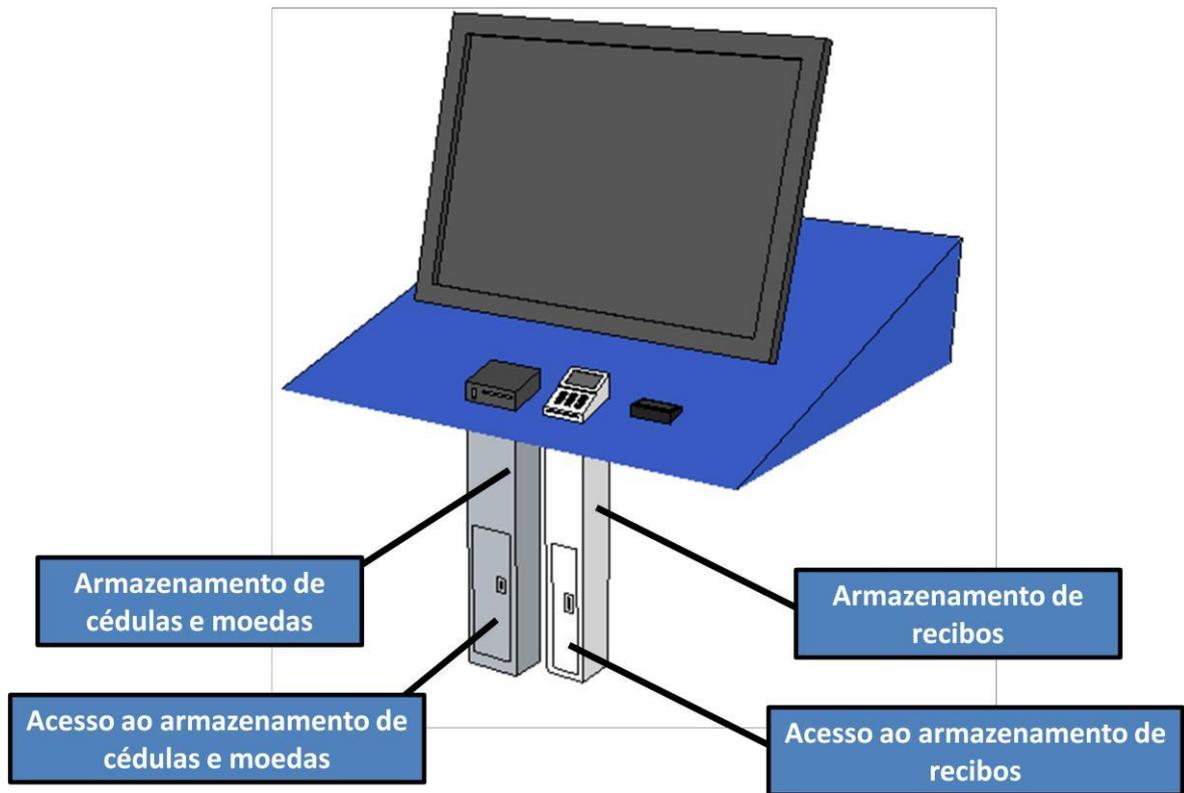


Figura 22 - Elementos da parte superior com legenda

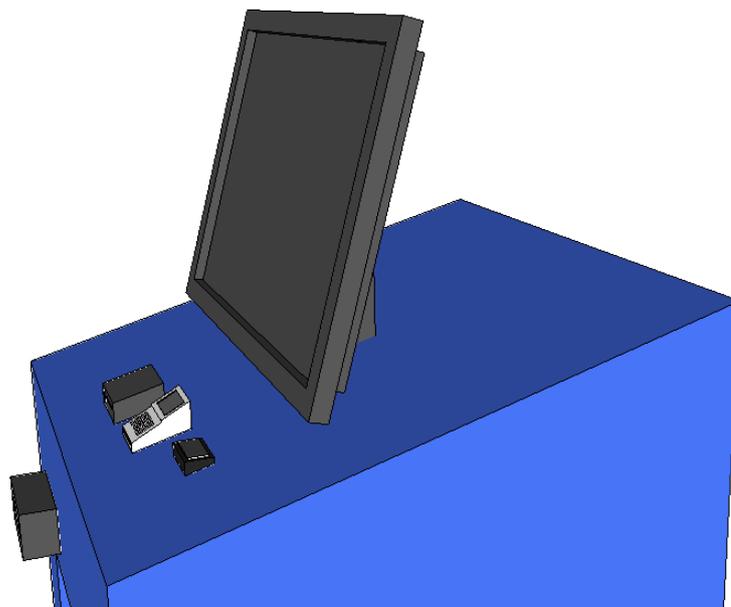


Figura 23 - Vista dos elementos da parte superior sem legenda

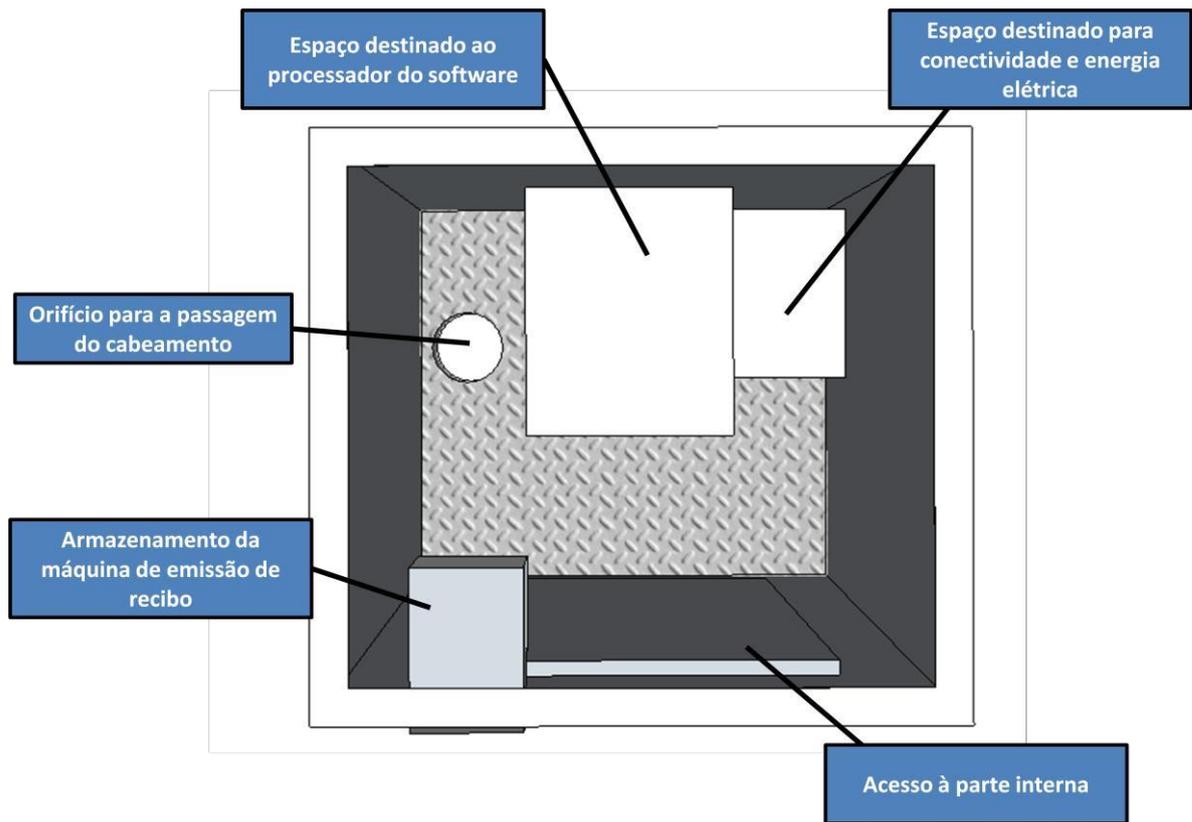


Figura 24 - Vista interna superior com legenda

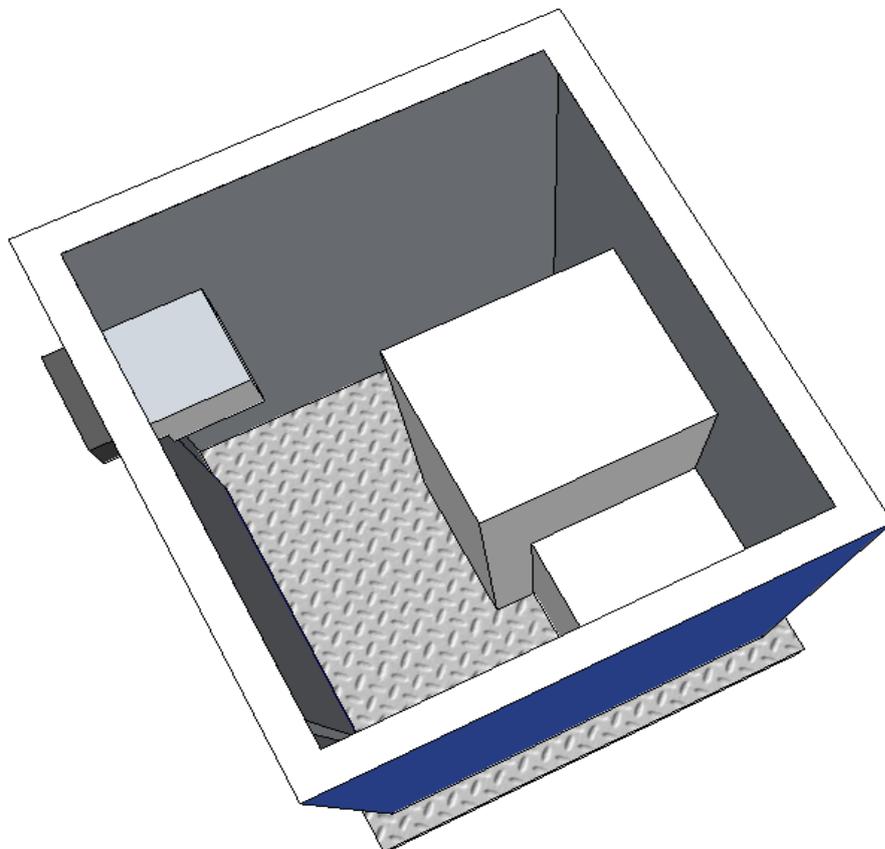


Figura 25 - Vista interna superior sem legenda

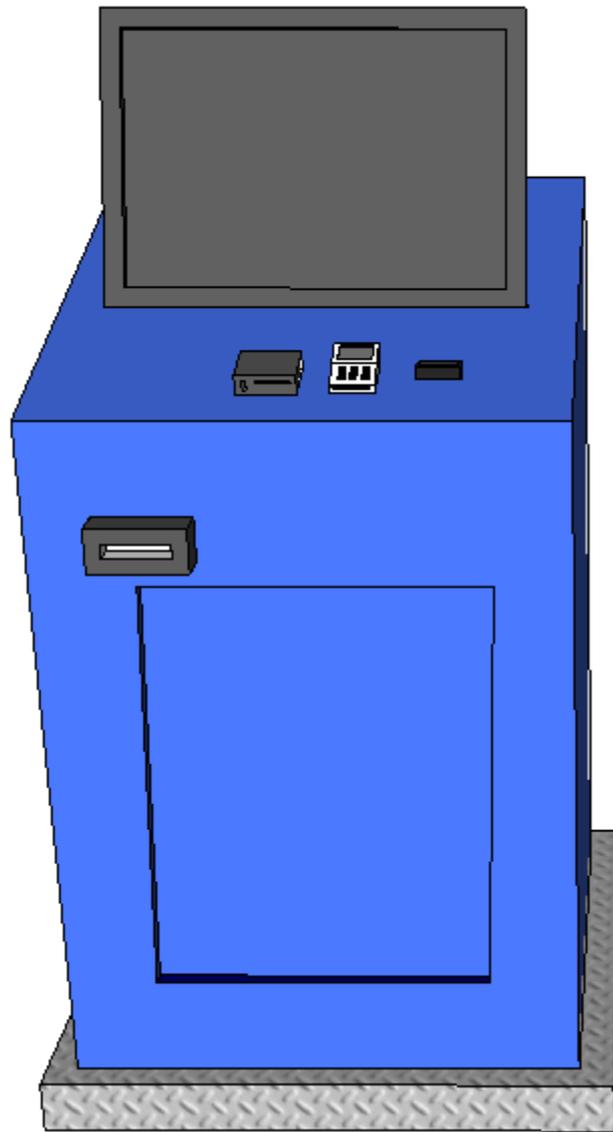


Figura 26 - Vista frontal sem legenda

9. Delineamento de comercialização

Apresentação da proposta à USP

A primeira etapa da implantação dos USPontos de Recarga é a elaboração e apresentação de um relatório de viabilidade para a USP. Como a USP é o cliente do produto em questão e a implantação dos pontos depende da sua aprovação como empresa contratante, é necessário especificar as vantagens e condições para instalação do produto.

Para a avaliação da viabilidade da instalação é necessária uma análise conjunta entre todos os órgãos participantes no processo atual de recarga e utilização dos créditos. Entre eles os responsáveis pelas carteirinhas, pelo sistema de alunos e de créditos e a tesouraria.

O grupo chegou a duas propostas possíveis de comercialização do produto.

A primeira proposta é a venda do produto em si, com um valor aproximado ao da escala vertical obtido neste relatório. Neste preço já estará incluso o custo de instalação. Será oferecido para a USP manutenção e assistência técnica para o produto.

A segunda proposta do grupo de contrato para a USP seria a venda do serviço e não da máquina em si. Acreditamos que isso seja muito interessante para a USP, visto que não haverá a necessidade de um investimento inicial muito grande. Isso será semelhante ao funcionamento das máquinas de cartão de crédito, em que não há a aquisição das máquinas, somente uma taxa fixa por mês representando o aluguel da máquina e um acréscimo por transação realizada para cobrança por utilização.

A ideia inicial é que seja vendida a instalação de cada ponto a uma taxa fixa, que representa os encargos dos técnicos e equipamentos necessários para a sua realização. Haverá uma taxa mensal fixa, referente ao aluguel da máquina e uma parcela referente à manutenção no valor de 10% do custo de instalação. Além disso haverá uma taxa por recarga realizada, que poderá ser em torno de R\$0,02.

Eventualmente, a implementação do produto poderá ir além da USP, sendo adotado por restaurante de outras faculdades ou colégios que utilizem sistemas de recarga para refeições. Pode-se também pensar em restaurantes e empresas que utilizem este mesmo modelo.

Definição da cobertura geográfica

É necessário que, juntamente à Universidade sejam definidos os locais e a quantidade de postos instalados na USP.

Como uma proposta inicial, foram seguidas as necessidades levantadas pelos usuários na pesquisa, onde 41% das pessoas acreditam que os produtos devem ser instalados em todos os bandejões. A instalação dos pontos em todas as faculdades é descartada, pois acrescentaria maiores custos de segurança no local e na retirada de dinheiro das máquinas, e por não ser apontada necessária na pesquisa.

De acordo, com o levantamento inicial de refeições realizadas por bandejão foi feita uma distribuição de totens por ponto de instalação no Campus. Primeiramente estimamos a quantidade de recargas diárias em cada bandejão a partir da porcentagem de refeições por restaurante e do número de recargas diárias atual (estimada em 1750). Isto é:

$$\text{Recarga diária no bandejão Y} = \frac{\text{Refeições diárias no bandejão Y} \times \text{Recarga diária total}}{\text{Refeições totais}}$$

Em seguida, considerando que a grande maioria passará a recarregar nos horários do almoço (das 11h às 14h) e do jantar (das 18h às 20h) dado que não será mais necessário ir em horários alternativos para evitar as filas, e estimando um tempo de dois minutos por recarga, chegamos em um máximo de 150 recargas diárias por totem. Com as recargas diárias e o número máximo de recargas por máquina encontramos quantos totens devem ser instalados em cada bandejão.

	Refeições diárias	Porcentagem relativa	Recargas diárias distribuídas	Totens por restaurante
Restaurante Central	7800	53%	927,5	6,18
Restaurante das Químicas	3300	23%	402,5	2,68
Restaurante da Física	2600	18%	315,0	2,10
Restaurante da Prefeitura	900	6%	105,0	0,70
Total	14600	100%	1750,0	11,67

Tabela 11 - Totens necessários por restaurante

Assim, decidimos instalar 6 totens no restaurante Central, 3 nas Químicas, 2 na Física e 1 na Prefeitura, totalizando 12 máquinas. As figuras 17 e 18 indicam, respectivamente, a situação atual e a planejada.

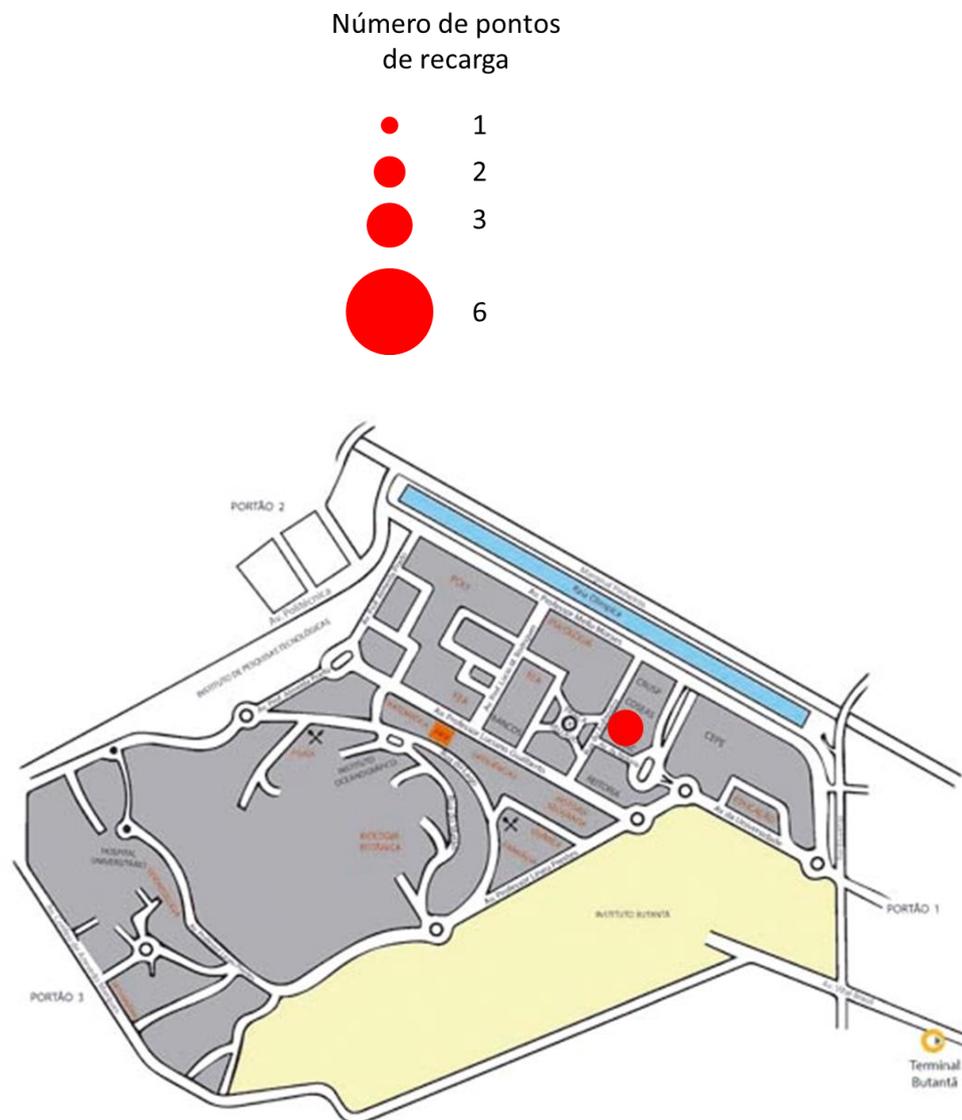


Figura 27 - Pontos de instalação dos totens (Parte 1)

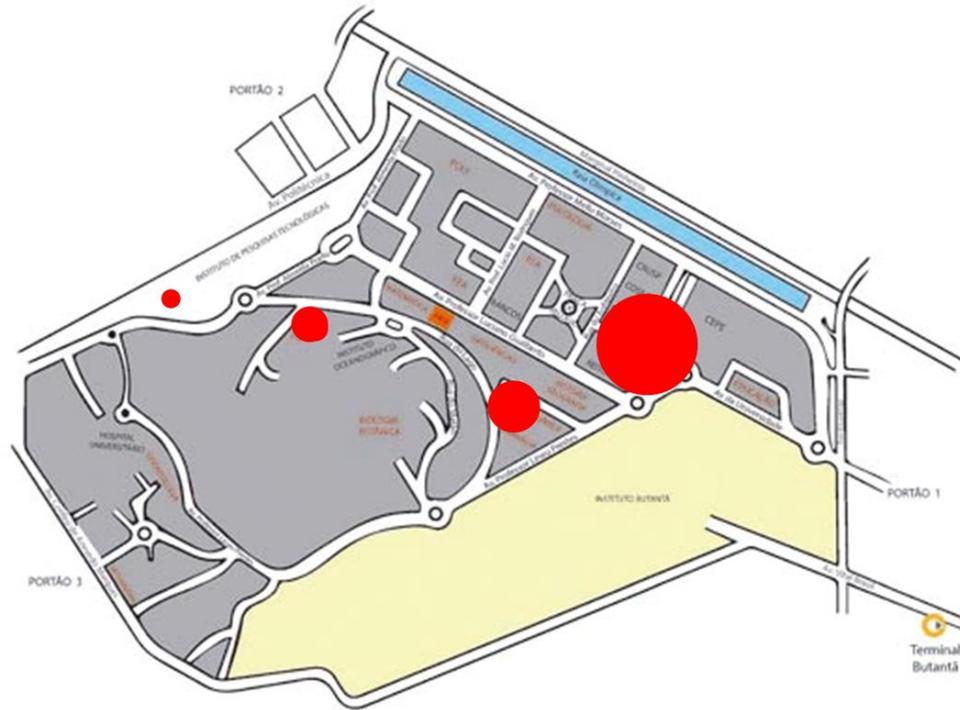


Figura 28 - Ponto de instalação dos totens (parte 2)

10. Definir o conjunto do produto

Os desenhos de conjunto do produto se encontram em anexo na pasta compactada deste relatório.

11. Estrutura do produto

Sistemas	Subsistemas	Componentes
Estrutura	Carcaça Base	Chapa para base (x1)
		Chapa do corpo (x4)
		Porta de acesso (x1)
		Dobradiça (x2)
		Fechadura (x1)
		Rebite (x80)
		Parafuso fixação PSB-160 (x4)

	Apoio da tela	Chapa (x4)
		Rebite (x6)
	Moldura da tela	Chapa frontal (x1)
		Tampa traseira (x1)
		Rebite (x20)
	Suporte impressora	Chapa (x1)
		Rebite (x4)
	Suporte leitor carteirinha	Chapa (x1)
		Rebite (x4)
	Suporte cartão	Chapa (x1)
		Rebite (x4)
	Suporte processador	Chapa (x1)
		Rebite (x12)
	Caixa impressora	Tábua (x5)
		Pregos (x15)
	Caixa cartão	Tábua (x5)
Pregos (x15)		
Informação	Software	
Energia	Cabo alimentador	
Eletrônicos	Processador	
	Leitor de cartão	
	Leitor de carteirinha	
	Tela	
	Impressora de recibo	

Tabela 12 - Estrutura do produto

Infelizmente, o grupo teve de realizar uma mudança na concepção inicial do produto. Para que o produto pudesse aceitar dinheiro, seria necessário, além de uma blindagem na carcaça produto que o encareceria muito, um esquema para realizar a coleta periódica de dinheiro. Isso teria que envolver carros fortes, um sistema de segurança muito complexo, que geraria enormes custos para a USP. Assim, para a primeira versão do produto, ele não aceitará dinheiro. Essa solução poderá ser implementada em versões futuras.

O grupo dividiu a estrutura do produto em quatro sistemas: estrutura, informação, energia e eletrônicos. O sistema da estrutura engloba os componentes responsáveis pela união e montagem final do produto. É

compósito pela carcaça base, apoio da tela e moldura da tela. Estão inclusos neste sistema os suportes para os eletrônicos que serão comprados.

O sistema da informação contém o software, que executará a função principal do produto, recarregar créditos de bandeirão na carteirinha USP, além de realizar a comunicação com o banco de dados e promover a interatividade com o usuário.

O sistema de energia é responsável por fornecer energia ao equipamento, que o mantém em funcionamento. Por último, o sistema de eletrônicos contém os componentes necessários para realizar outras funções, que serão comprados.

As funções dos componentes estão detalhadas na tabela 2:

Sistema	Componentes	Resumo Funcional
Estrutura	Base (x1)	Servir apoio para o produto e permitir fixação no chão
	Corpo (x1)	Abrigar componentes internos
	Porta de Acesso (x1)	Permitir acesso aos componentes externos
	Dobradiça (x2)	Permitir mobilidade da porta
	Fechadura (x1)	Garantir segurança dos componentes
	Rebite (x80)	Fixar as estruturas do corpo e o corpo na base
	Parafuso de fixação PSB-160 (x4)	Fixar base no chão
	Chapa para suporte da tela (x4)	Compor suporte para a tela
	Rebite (x6)	Fixar suporte da tela
	Parte frontal	Servir de moldura para a tela
	Tampa traseira	Fechar a estrutura da moldura
	Rebite (x20)	Fixar a tampa traseira na parte frontal
	Chapa metálica (x1)	Compor suporte da impressora
	Rebite (x4)	Fixar suporte da impressora
	Chapa metálica (x1)	Compor suporte para o leitor de carteirinha
	Rebite (x4)	Fixar suporte do leitor de carteirinha
	Chapa metálica (x1)	Compor suporte para a máquina de cartão
	Rebite (x4)	Fixar suporte para máquina de cartão
	Chapa metálica (x1)	Compor suporte do processador
	Rebite (x12)	Fixar arestas do suporte do processador
Tábua de madeira (x5)	Compor caixa para armazenar recibos e papel de impressora	

	Pregos (x15)	Unir as partes da caixa da impressora
	Tábua de madeira (x5)	Compor caixa para armazenar recibos e papel da máquina de cartão
	Pregos (x15)	Unir as partes da caixa da máquina de cartão
Informação	Software	Possibilitar recarga de carteirinha
Energia	Cabo alimentador	Fornecer energia elétrica
Eletrônicos	Processador	Sustentar software
	Leitor de Cartão	Permitir pagamento com cartão
	Leitor de Carteirinha	Permitir leitura da carteirinha
	Tela	Interface sistema e usuário
	Impressora de recibo	Imprimir recibo da compra

Tabela 13 - Detalhamento funcional dos componentes

12. Determinar a constituição do produto

Após a elaboração da estrutura do produto, partiu-se para a determinação da constituição do produto. De acordo com a divisão em sistemas realizada pelo grupo, a companhia irá produzir somente a estrutura do produto. Os componentes dos outros sistemas serão comprados.

Assim, a determinação da constituição do produto será feita em duas etapas: a definição do material a ser utilizado na carcaça, nos suportes e nas caixas, e a determinação das especificações técnicas dos componentes que serão comprados para a fabricação do sistema “Estrutura”.

12.1 Estrutura da carcaça base, apoio da tela e moldura da tela

Para a base, o corpo, a porta da estrutura, apoio da tela e moldura da tela o grupo optou por utilizar o mesmo material para todos os componentes, afim de se obter uma estrutura mais uniforme do produto. Foram consideradas as seguintes opções de material para essas partes do produto:

- Alumínio
- Plástico
- Madeira

Para selecionar o melhor material, foram estabelecidos alguns critérios para a realização da escolha. Os critérios estabelecidos pelo grupo foram:

- Resistência: é o critério mais importante para o caso dos pontos de recarga. O produto ficará em ambientes abertos e será utilizado por centenas de pessoas todos os dias e, portanto, ficará sujeito a danos.
- Estética: mostra se o produto é capaz de criar uma estética agradável para o cliente.
- Custo: se refere o custo do material a ser empregado.

Para cada um dos materiais, foi atribuída uma nota entre 1 a 5 aos critérios, e foi definida então a melhor escolha para o material a ser empregado. A matriz de decisão do melhor material se encontra na tabela 3:

Material	Resistência	Estética	Custo	Total
Alumínio	4	5	1	20
Aço	5	5	3	75
Plástico	3	3	4	36
Madeira	1	1	5	5

Tabela 14 - Comparação entre os materiais para a estrutura

Assim, o material a ser utilizado pelo grupo será aço, que obteve a maior nota na matriz de decisão.

Após a definição do material, deve ser selecionado o tipo de aço. O aço carbono é um material adequado para o nosso produto, pois pode ser dobrado, soldado, forjado e laminado. O aço carbono é conhecido por possuir uma alta resistência, fator fundamental para o nosso produto. Como a carcaça a ser utilizada pelo grupo conterà soldas, o aço deve ser soldável. O aço carbono 1010 é soldável e pode ser usado em chapas de metal. Assim, o tipo de aço a ser utilizado no produto é o **aço carbono 1010**.

12.2 Estrutura dos suportes

Após a definição do material dos componentes anteriores, foi necessário definir o material a ser utilizado na estrutura dos suportes da impressora, leitor de carteirinha, cartão e do processador.

O grupo também optou por utilizar o **aço carbono 1010** para os suportes pelas seguintes razões:

- Há a necessidade de não superaquecer estes componentes eletrônicos para evitar falhas e danificações.
- A utilização do mesmo material proporciona maior uniformidade para a estética do produto.
- Estas serão peças menores, e poderá ser utilizado o restante do material da estrutura principal. Outra vantagem em relação a isso é que a compra de uma maior quantidade de material pode proporcionar uma redução de custos com o fornecedor, devido ao aumento da escala.

Assim, o grupo considerou este o melhor material para os suportes.

12.3 Estrutura das caixas

A caixa da impressora possui a função de guardar o papel que será utilizado por ela. Já a caixa do cartão de crédito possui a função de armazenar os comprovantes de compras feitas com cartão.

Como material para essas caixas foi escolhida a utilização de tábuas de **madeira**.

A principal razão para isso é que estes componentes estarão inseridos internamente à máquina, portanto não será necessário um material muito resistente. Além disso, elas armazenarão apenas papel, o que não exige uma estrutura muito forte.

12.4 Especificações técnicas dos componentes que serão comprados

A seguir, estão detalhadas as especificações técnicas dos componentes que serão comprados para a fixação do restante dos componentes.

Rebite

K-540

Diâmetro do rebite: 6,00

Comprimento: 40,00

Espessura a rebitar: 30,0 a 35,0

Diâmetro do furo até: 6,30



Figura 29 - Rebite

Parafuso

PSB-160

Diâmetro: 30 mm

Comprimento: 150 mm

Carga máx: 50 toneladas



Figura 30 - Parafuso

Dobradiça

Dobradiça Sm-3530 R Aço Cromado

Peso: 0,40 Kg

Comprimento: 100 mm

Largura: 40 mm



Figura 31 - Dobradiça



Fechadura

Cilindro Para Fechadura Stam Cromado 3F

Peso: 0,10 Kg

Stam Cromado 3F

Peso: 0,10 Kg

Figura 32 - Fechadura

13. Análise da adequação do projeto para a manufatura e montagem (DFMA)

Após a determinação da constituição do produto, o grupo aplicou a metodologia DFMA (*Design for Manufacturing and Assembly*), visando adequar o produto à fabricação e montagem. Foi seguida a abordagem de aplicação vista na disciplina em sala de aula.

1. Projetar para um número mínimo de peças

Visando diminuir a quantidade de peças do sistema, uma mudança possível é utilizar uma chapa grande de aço conformada em forma de U ao invés de quatro chapas separadas para fabricar o corpo do totem. Dessa forma, serão também necessários menos rebites e soldas, já que haverá a necessidade de união de menos peças.

Para o cálculo dos rebites necessários foi estabelecida uma distância padrão entre rebites para atender a fixação de componentes necessários. A distância escolhida foi de aproximadamente 8 cm entre dois rebites consecutivos.

Outra mudança que o grupo optou por realizar é a redução do número de parafusos fixadores PSB-160. Ao invés de utilizar quatro parafusos em cada um dos cantos, serão utilizados apenas dois parafusos no centro de dois lados opostos.

2. Minimizar as variações de peças e componentes

Em se tratando da montagem da estrutura do produto, que será realizada pela companhia, as peças serão projetadas para que possa ser utilizado o mesmo tipo de rebite e parafuso, minimizando a sua variação.

3. Projetar as peças para fácil fabricação

A medida adotada pelo grupo para facilitar a fabricação da carcaça é a substituição de soldas por rebites para realizar a fixação de elementos. A escolha é feita devido à simplicidade do processo de rebitagem, que também é mais barato que um processo de soldagem. Outra vantagem é que a utilização de rebites não exige mão de obra especializada.

4. Projetar para montagem de baixo para cima

Para que aconteça uma montagem de baixo para cima adequada, a peça anterior deve estar preparada para receber a próxima no processo de fabricação. Como exemplo, pode-se citar a base, que deve conter as guias para receber as chapas do corpo.

5. Eliminar ajustes

No processo de fabricação, devem ser considerados no projeto eventuais erros e variações das máquinas utilizadas.

6. Evitar a utilização de ferramentas

Uma das formas de evitar a utilização de ferramentas é realizar a compra de componentes que não são feitos especificamente para o produto em questão, como por exemplo rebites, parafusos, dobradiça e fechadura.

A tabela 4 mostra os benefícios gerados pela aplicação do DFMA pela redução de peças.

Solução Anterior	Após DFMA	Benefícios
4 Chapas Metálicas	2 Chapas Metálicas	Redução do número de componentes
		Facilita processo de montagem
		Diminui número de rebites necessários

4 parafusos PSB-160	2 parafusos PSB-160	Redução do número de componentes
132 Rebites	100 Rebites	Redução do número de componentes
		Facilita processo de montagem
		Redução do peso

Tabela 15 - Benefícios gerados pelo DFMA

O gráfico 1 abaixo ilustra os benefícios do DFMA na redução da quantidade de peças do produto:

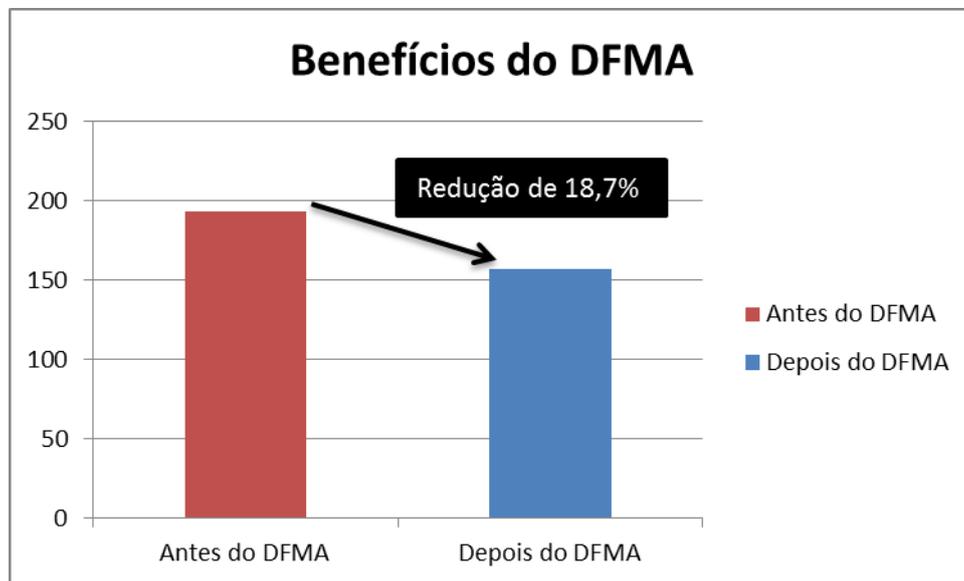


Gráfico 4 - Benefícios gerados pelo DFMA

14. Plano macro do processo de montagem

A seguir estão definidos os planos macro de montagem para cada uma das partes do produto final:

Carcaça Base

A carcaça base será constituída por uma base metálica por questões estruturais e para possibilitar uma melhor fixação no chão, e um corpo metálico (toten) para abrigar todos os componentes internos.

Base:

Operação		Máquina
Sequência	Descrição	
1	Marcar as medidas na chapa metálica;	-
2	Cortar o contorno da chapa	Guilhotina
3	Cortar cantos preparando para a conformação	Serra
4	Furar parte superior para passagem de fios;	Furadeira
5	Furar para receber parafusos de fixação no chão	Furadeira
6	Conformar a chapa criando as laterais da base	Prensa Mecânica
7	Soldar as arestas	Soldador elétrico
8	Pintura	-

Tabela 16- Plano macro de fabricação da base

Corpo: O corpo será composto por uma chapa frontal furada com a abertura da porta, uma chapa traseira a ser conformada em forma de “U” e uma tampa furada com aberturas para o leitor de carteirinha e cartão.

Operação		Máquina
Sequência	Descrição	
1	Marcar as medidas na chapa metálica;	-
2	Cortar contornos;	Guilhotina
3	Cortar um vão na chapa frontal para receber porta;	Guilhotina
4	Furar para receber dobradiças da porta;	Furadeira
5	Conformar chapa traseira em formato de “U”;	Prensa Mecânica
6	Rebitar chapa frontal, traseira e tampo.	Rebitador
7	Pintura.	-

Tabela 17 - Plano macro de fabricação do corpo

Porta:

Operação		Máquina
Sequência	Descrição	
1	Marcar as medidas na chapa metálica;	-
2	Cortar contornos;	Guilhotina
3	Furar para prender dobradiças;	Furadeira

4	Furar para encaixar fechadura;	Furadeira
5	Pintura;	-
6	Prender dobradiças e fechadura;	Rebitador

Tabela 18 - Plano macro de fabricação da porta

Apoio da Tela

Consiste em um suporte para a tela que possibilita a passagem de fios e posiciona a tela na posição correta.

Operação		Máquina
Sequência	Descrição	
1	Marcar as medidas na chapa metálica	-
2	Cortar contornos	Guilhotina
3	Conformar chapa em formato retangular e conformar tambo	Prensa mecânica
4	Soldar partes	Soldador elétrico
5	Pintura	-

Tabela 19 - Plano macro de fabricação do apoio da tela

Moldura da Tela

Será composta por uma parte frontal, com abertura para tela e uma tampa para a parte traseira.

Operação		Máquina
Sequência	Descrição	
1	Marcar as medidas na chapa metálica;	-
2	Cortar contornos	Guilhotina
	Cortar furo e cantos	Serra
3	Conformar faces laterais da parte frontal da moldura	Prensa mecânica
4	Preparar para rebitar a tampa no restante da moldura assim que a tela for posicionada;	-
5	Pintura	-

Tabela 20 - Plano macro de fabricação da moldura da tela

Suporte da impressora e do leitor de carteirinha

Operação		Máquina
Sequência	Descrição	
1	Marcar as medidas na chapa metálica	-

2	Cortar chapa	Guilhotina
3	Conformar a chapa no formato de "U"	Prensa mecânica
4	Preparar para rebitar	-

Tabela 21 - Plano macro de fabricação do suporte da impressora e do leitor de carteirinha

Suporte do Processador

Operação		Máquina
Sequência	Descrição	
1	Marcar as medidas na chapa metálica;	-
2	Cortar chapa	Guilhotina
3	Furar para passagem de fios	Furadeira
4	Rebitar arestas	-

Tabela 22 - Plano macro de fabricação do suporte do processador

Caixa para Impressora e caixa para máquina de cartão

Operação		Máquina
Sequência	Descrição	
1	Marcar as medidas na chapa de madeira	-
2	Serragem da madeira	Serra
3	Lixar	Lixa
4	Envernizar	-

Tabela 23 - Plano macro de fabricação da caixa para a impressora e para a máquina de cartão

15. Elaborar os desenhos de execução

Os desenhos de execução de todas as peças do produto se encontram anexos na pasta compactada deste relatório.

16. Documentação técnica

A seguir, serão descritas as quantidades de materiais para a fabricação da carcaça (único item que será fabricado pela empresa) e as especificações técnicas dos componentes externos que serão adquiridos de empresas terceiras para serem utilizados no produto final.

16.1 Materiais para fabricação

Como já definido no projeto conceitual, serão utilizados dois tipos de materiais para a fabricação da carcaça do USPontos de Recarga: chapas de aço carbono 1010 e madeira. Deste modo, esta etapa tem como principal função detalhar as quantidades de materiais que devem ser compradas pela empresa. Para obtermos a quantidade necessária, tomamos como base as medidas dos desenhos de execução das peças do item 1.

A tabela abaixo mostra os itens que utilizarão aço carbono 1010, e a quantidade necessária para a produção de um item deste produto.

Peça	mm ²	cm ²
Apoio Cartão	19800	198
Apoio Frontal Tela	60800	608
Apoio Monitor	67332	673,32
Apoio Posterior Tela	60800	608
Apoio Processador	165000	1650
Apoio Impressora de Recibo	50000	500
Base	660000	6600
Apoio Leitor Carteira	11700	117
Porta	304500	3045
Tampa	160000	1600
Tótem	1254400	12544
Total	2814332	28143,32

Tabela 24 - Especificações da quantidade de aço carbono 1010

Admitindo-se uma taxa de desperdício da fábrica de 10%, a quantidade de chapas de aço carbono 1010 que deve ser comprada é de 31270,63 cm², ou 3,127 m².

O raciocínio análogo foi aplicado para calcular a quantidade de madeira necessária para a produção de um item do produto.

Peça	mm ²	cm ²
Armazena Recibo Cartão	88900	889
Armazena Recibo Impressora	130000	1300
Total	218900	2189

Tabela 25 - Especificações da quantidade de madeira

Admitindo-se a mesma taxa de 10% de desperdício do processo, a fábrica deverá comprar 2432,22 cm² de madeira.

16.2 Componentes externos

Alguns dos componentes externos já foram definidos anteriormente em outras etapas do projeto. No entanto, o enfoque agora será dado para a especificação técnica de todos os componentes externos, para que a empresa saiba qual modelo deverá ser comprado.

Leitor de carteirinha

Para efetuar a leitura da carteirinha dos usuários será utilizado um leitor de cartão magnético bidimensional. O leitor a ser utilizado deverá se comunicar via USB com a CPU do produto. Além disso, ele deve ser fácil de ser utilizado, ou seja, qualquer usuário deve ser capaz de utilizá-lo. O produto também deve possuir uma longa vida útil, para que não seja necessária a troca constante dos leitores.



Figura 33 - Leitor de carteirinha

A tabela a seguir mostra as especificações técnicas deste componente, considerando os requisitos acima mencionados, tomando como base o modelo MINIMAG da empresa IDTECH:

Parâmetro	Unidade	Valor
Vida útil	Número de leituras	>1.000.000
Leitura eletrônica magnética	POH	100.000
Corrente de operação	mA	15 até 35
Dimensões (CxExA)	mm	90x34x28
Comprimento do cabo	m	1,5
Espessura do slot	mm	1,4
Peso	g	130
Espessura do cartão	mm	0,3 até 1,4

Tabela 26 - Especificações técnicas do leitor de carteirinha

Leitor de cartão de crédito

Na etapa do projeto conceitual, foi definido que o leitor de cartão de crédito utilizado será da empresa cielo. No entanto, a empresa não disponibiliza as especificações técnicas deste componente. Desta forma, a empresa deve entrar em contato com a cielo para obter o leitor.

Impressora de recibo

A impressora de recibo definida no projeto conceitual foi a impressora térmica USB e Serial Cupom Não Fiscal 57mm, que será responsável por imprimir os recibos de recargas efetuadas no ponto de atendimento.



Figura 34 - Impressora de recibo

A tabela abaixo resume as especificações técnicas deste modelo:

Parâmetro	Unidade	Valor
Velocidade de impressão	mm/s	90
Porta de comunicação	-	USB/Paralela/Serial
Largura da impressão	mm	57,5 +/- 0,5
Espessura da impressão	mm	0,06-0,08
Fonte de alimentação de entrada	V/Hz	175-240V/50-60Hz
Peso	g	780
Dimensão (CxLxA)	mm	175x130x110

Tabela 27- Especificações técnicas da impressora de recibo

Tela

Para o desenvolvimento do posto de autoatendimento foi definido que a interface seria apresentada em uma tela touchscreen, que simplifica o produto por dispensar o uso de botões. Um tablet é um exemplo da tela buscada para o produto e está disponível amplamente no mercado, sendo fácil encontrar um modelo com as especificações para a execução do sistema.



Figura 35 - Tela touch screen

A seguir estão apresentadas algumas especificações técnicas do modelo Tablet 10" 4.0 selecionado:

Parâmetro	Unidade	Valor
Tamanho da tela	Polegadas	10"
Tela	-	Resistiva
Resolução	-	1024x600
Tipo da bateria	mAh	4400
Entradas	-	USB
		HDMI
Dimensões	cm	26.8 x 16.8 x 1
Peso	g	683g

Tabela 28 - Especificações técnicas do tablet

CPU

Para suportar o sistema a ser desenvolvido é necessário que haja um processador para que o produto possa acessar o banco de dados, processar informações e integrar os dispositivos anexos, como o leitor de carteirinha e a máquina de cartão. Foi selecionada uma CPU simples, mas considerada capaz de executar as funções designadas.



Figura 36- CPU

A seguir estão descritas algumas especificações do modelo Dell Optiplex 3011-A10:

Parâmetro	Unidade	Valor
Processador	-	IntelCore i3
Velocidade	GHz	3,4
Memória Cache	-	3M
Memória RAM	Gb	4
HD	Gb	500
Velocidade de rotação HD	RPM	7200
Dimensões	cm	32,3 x 50,7 x 6,3

Tabela 29- Especificações técnicas da CPU

Roteador WIFI

Para a transmissão de dados com o sistema de dados será utilizado um roteador wireless. Para a escolha do modelo do roteador, foram consideradas algumas necessidades. Será necessária uma velocidade alta de comunicação, para que a recarga possa ser feita de forma rápida. O roteador também deve suportar criptografias, para a segurança dos dados dos usuários. Por fim, é um item que possui muita variedade no mercado, portanto buscou-se um modelo que tivesse menor custo.



Figura 37- Roteador WiFi

A tabela abaixo mostra as especificações técnicas do roteador Wireless N 150Mbps TL-WR720N, da marca TP-LINK.

Parâmetro	Unidade	Valor
Portas	-	4 Portas LAN 10/100Mbps
		1 Porta WAN 10/100Mbps
Fonte de alimentação		9VDC/0,6A
Dimensões (LxCxA)	mm	174x118x33
Frequência	GHz	2,4 até 2,4835
Antena	dBi	5
Segurança Wireless	-	WEP/WPA/WAP2,WPA-PSK/WPA2-PSK 64/128/152 bits

Tabela 30 - Especificações técnicas do roteador wifi

Cabo de fonte de energia

O fornecimento de energia é essencial para o funcionamento do produto, e deverá abastecer ao processador e os leitores que precisarem de alimentação independente. Foi selecionado o estabilizador SMS Revolution Speedy Bivolt 300 VA/W.



Figura 38 - Cabo fonte de energia

Especificações técnicas:

Parâmetro	Unidade	Valor
Potência	VA/W	300
Tomadas	-	4
Fusível	-	Externo
Dimensões	mm	110x160x170
Peso	Kg	2,8

Tabela 31 - Especificações técnicas do cabo de fonte de energia

17. Elaboração do processo de fabricação e de montagem

Nesta etapa, serão detalhados os processos de fabricação e de montagem das peças que a empresa irá produzir. É muito importante que essa etapa seja muito bem detalhada, para que não haja dúvidas durante a produção na fábrica. Serão detalhadas as máquinas, ferramentas e os tempos de cada operação.

As peças, que foram definidas no projeto conceitual, são as seguintes: base da carcaça, corpo da carcaça, porta do suporte principal, apoio da tela, moldura da tela, suporte da impressora e do leitor de carteirinha, suporte do processador e caixa para impressora e máquina de cartão. O material estabelecido para a carcaça, porta e suportes é chapa de aço. Já o material estabelecido para as caixas de armazenamento dos recibos da impressora e da máquina de cartão de crédito será madeira.

O processo de fabricação deste produto é relativamente simples, pois não necessita de máquinas ou ferramentas muito complexas, e as operações que envolvem a sua fabricação também são simples.

Vale ressaltar que os produtos da empresa serão produzidos por encomendas. Deste modo, os lotes de produção foram considerados como unitários.

17.1 Processos de fabricação

Ficha de Fabricação 01						
Peça: Base			Material: Chapa de aço			
Operação		Máquina	Ferramenta	Tempo Unitário(s)	Lote	Tempo (s)
Sequência	Descrição					
1	Marcar medidas na chapa metálica	Bancada	Régua	60	1	60
2	Cortar o contorno da chapa	Guilhotina	-	30	1	30
3	Cortar cantos preparando para a conformação	Bancada	Serra	60	1	60
4	Furar parte superior para passagem de fios;	Bancada	Furadeira	30	1	30
5	Furar para receber parafusos de fixação no chão	Bancada	Furadeira	30	1	30
6	Conformar a chapa criando as laterais da base	Prensa Mecânica	-	120	1	120
7	Soldar as arestas	Bancada	Soldador elétrico	300	1	300
8	Pintura	Bancada	Spray	300	1	300
Total						930

Ficha de Fabricação 02						
Peça: Corpo			Material: Chapa de aço			
Operação		Máquina	Ferramenta	Tempo Unitário(s)	Lote	Tempo (s)
Sequência	Descrição					
1	Marcar as medidas na chapa metálica	Bancada	Régua	60	1	60
2	Cortar contornos	Guilhotina	-	30	1	30
3	Cortar um vão na chapa frontal para receber porta	Guilhotina	-	30	1	30
4	Furar para receber dobradiças da porta	Bancada	Furadeira	15	1	15
5	Conformar chapa traseira em formato de "U"	Prensa Mecânica	-	120	1	120
6	Rebitar chapa frontal, traseira e tampo	Rebitador	-	120	1	120
7	Pintura	Bancada	Spray	300	1	300
Total						675

Ficha de Fabricação 03						
Peça: Porta			Material: Chapa de aço			
Operação		Máquina	Ferramenta	Tempo Unitário (s)	Lote	Tempo (s)
Sequência	Descrição					
1	Marcar as medidas na chapa metálica	Bancada	Régua	60	1	60
2	Cortar contornos	Guilhotina	-	30	1	30
3	Furar para prender dobradiças	Bancada	Furadeira	30	1	30
4	Furar para encaixar fechadura	Bancada	Furadeira	30	1	30
5	Pintura	Bancada	Spray	120	1	120
6	Prender dobradiças e fechadura	Bancada	Parafusadeira	60	1	60
Total						330

Ficha de Fabricação 04						
Peça: Apoio da Tela			Material: Chapa de aço			
Operação		Máquina	Ferramenta	Tempo Unitário (s)	Lote	Tempo (s)
Sequência	Descrição					
1	Marcar as medidas na chapa metálica	Bancada	Régua	60	1	60
2	Cortar contornos	Guilhotina	-	60	1	60
3	Conformar chapa em formato retangular e conformar tampo	Prensa mecânica	-	180	1	180
4	Soldar partes	Bancada	Soldador elétrico	300	1	300
5	Pintura	Bancada	Spray	300	1	300
Total						900

Ficha de Fabricação 05						
Peça: Moldura da tela			Material: Chapa de aço			
Operação		Máquina	Ferramenta	Tempo Unitário (s)	Lote	Tempo (s)
Sequência	Descrição					
1	Marcar as medidas na chapa metálica	Bancada	Régua	60	1	60
2	Cortar contornos	Guilhotina	-	15	1	15
3	Cortar furos e cantos	Guilhotina	-	15	1	15
4	Conformar faces laterais da parte frontal da moldura	Prensa Mecânica	-	120	1	120
5	Preparar para rebitar a tampa no restante da moldura assim que a tela for posicionada	Bancada	-	60	1	60
6	Pintura	Bancada	Spray	300	1	300
Total						570

Ficha de Fabricação 06						
Peça: Suporte da impressora e do leitor de carteirinha			Material: Chapa de aço			
Operação		Máquina	Ferramenta	Tempo Unitário (s)	Lote	Tempo (s)
Sequência	Descrição					
1	Marcar as medidas na chapa metálica	Bancada	Régua	60	1	60
2	Cortar chapa	Guilhotina	-	15	1	15
3	Conformar a chapa no formato de "U"	Prensa mecânica	-	120	1	120
4	Preparar para rebitar	Bancada	-	60	1	60
Total						255

Ficha de Fabricação 07						
Peça: Suporte do processador			Material: Chapa de aço			
Operação		Máquina	Ferramenta	Tempo Unitário (s)	Lote	Tempo (s)
Sequência	Descrição					
1	Marcar as medidas na chapa metálica	Bancada	Régua	60	1	60
2	Cortar chapa	Guilhotina	-	15	1	15
3	Furar para passagem de fios	Bancada	Furadeira	30	1	30
4	Rebitar arestas	Rebitador	-	120	1	120
Total						225

Ficha de Fabricação 08						
Peça: Caixa para recibos impressora e máquina de cartão			Material: Madeira			
Operação		Máquina	Ferramenta	Tempo Unitário (s)	Lote	Tempo (s)
Sequência	Descrição					
1	Marcar as medidas na chapa de madeira	Bancada	Régua	60	2	120
2	Serragem da madeira	Bancada	Serra	120	2	240
3	Lixar	Bancada	Lixa	60	2	120
4	Envernizar	Bancada	Pincel	60	2	120
Total						600

17.2 Processos de montagem

Sequência	Descrição	Componentes	Máquina/Equipamento	Tempo (s)
1	Soldar apoio da tela a parte traseira da moldura da tela	Apoio de tela, tampa da moldura da tela	Soldador elétrico	300
2	Soldar apoio da tela com o tampo do corpo	Apoio de tela, tampa do corpo, tampa da moldura da tela	Soldador elétrico	300
3	Posicionar tela com a parte frontal da moldura por cima, passando os fios pelo apoio da tela	Tela, moldura da tela, apoio e tampa do corpo	-	30
4	Unir parte traseira e frontal da moldura com visor posicionado	Tela, moldura da tela, apoio da tela, tampa do corpo, rebites	Rebitador	180
5	Rebitar corpo à base	Corpo, base, rebites	Rebitador	300
6	Prender suportes internos ao corpo	Corpo, base, rebites, suportes internos, parafusos	Parafusadeira	300
8	Posicionar equipamentos nos suportes	Corpo, base, rebites, suportes internos, parafusos, processador, leitores e impressora	-	120
9	Unir fios ao processador	Corpo, base, rebites, suportes internos, parafusos, processador, leitores e impressora	-	60
10	Prender tampa do corpo ao corpo	Corpo, base, rebites, suportes internos, parafusos, processador, leitores e impressora, tela, moldura da tela, apoio da tela, tampa do corpo	Rebitador	120
11	Ajustes finais de posicionamento	Corpo, base, rebites, suportes internos, parafusos, processador, leitores e impressora, tela, moldura da tela, apoio da tela, tampa do corpo	-	30
12	Prender porta ao corpo	Corpo, base, rebites, suportes internos, parafusos, processador, leitores e impressora, tela, moldura da tela, apoio da tela, tampa do corpo, porta	Parafusadeira	30

18. Especificação de ferramentas e dispositivos

Para a especificação das ferramentas e dispositivos utilizados, foi escolhida a peça da base da carcaça. As máquinas e ferramentas necessárias para a produção desta peça estão descritas a seguir.

Guilhotina



Figura 39 - Guilhotina

Selecionamos a guilhotina com pedal da empresa MaxiBor, para realizar os cortes nas chapas metálicas. Além de possuir acionamento com pedal, ela é indicada para ser utilizada no corte de chapas de aço 1020, que será utilizada no nosso produto.

A tabela abaixo mostra algumas especificações técnicas desta máquina:

Descrição	Unidade	Valor
Capacidade de corte	mm	1125x1
Regulagem do batente traseiro	mm	0 a 600
Tipo de acionamento	-	Pedal
Peso	kg	480

Tabela 32 - Especificações técnicas da guilhotina

Serra

Para realizar os cortes no cantos da chapa foi escolhida a Serra Tico-Tico 4003 110V 380W Skil. Foi definido que para os ajustes de corte, que uma guilhotina não conseguiria realizá-los com precisão no metal, será utilizada uma serra tico tico. Essa serra é capaz de cortar madeira, metais, plásticos,

compensados e outros. O fato de que as dimensões dos suportes são pequenas, facilita a operação manual.



Figura 40 - Serra

A tabela abaixo mostra algumas especificações técnicas desta ferramenta.

Descrição	Unidade	Valor
Marca	-	SKIL
Modelo	-	4003
Tensão	V	110
Potência	W	380
Velocidade	rpm	3000
Peso	kg	1,7

Tabela 33 - Especificações técnicas da serra

Prensa mecânica



Figura 41- Prensa mecânica

A prensa mecânica selecionada para realizar a conformação da chapa foi a Prensa Dobradeiras Mecânicas SORG DHS. O grupo optou por essa

máquina por ser uma versão básica de prensas dobradeiras, que apresenta o curso, a abertura e velocidades tradicionais. Uma versão mais complexa não é necessária devido ao simples processo de fabricação.

Especificações técnicas:

Descrição	Unidade	Valor
Largura da dobra	mm	2050
Distancia entre mesa e prensador	mm	375
Velocidade de prensagem	mm/s	10
Peso	kg	4500
Altura	mm	2400
Largura da dobra	mm	2100
Comprimento	mm	3500

Tabela 34 - Especificações técnicas da prensa mecânica

Furadeira



Figura 42 - Furadeira

Para a realização dos furos previstos no projeto, o grupo selecionou a Furadeira de Impacto Black & Decker HD500, por ser um equipamento simples e capaz de realizar as tarefas requisitadas. O mesmo equipamento será utilizado como parafusadeira quando necessário, para prender dobradiças e suportes.

Especificações técnicas:

Descrição	Valor
Potência	550W
Mandril	1/2"
Velocidade	0 a 2.800 Rpm
Impacto	0 a 45.000 ipm

Tabela 35 - Especificações técnicas da furadeira

Máquina para solda



Figura 43 - Máquina para solda

Para realizar as soldas que unem algumas partes de produto, foi selecionada a Máquina para solda MIG/MAG MM 250, que é indicada para uso industrial em geral, serralherias e oficinas.

Algumas especificações técnicas:

- Capacidade: 250 A
- Fator de trabalho: 60%
- Alimentação trifásica, com seletor de tensão
- Alimentador de arame embutido
- Ventilação forçada a ar (ventoinha)
- Corrente contínua
- Voltímetro e amperímetro digital

19. FMEA do produto

	Função ou Componentes do Produto	Modo de Falha Potencial	Efeito Potencial de Falha	Severidade	Classificação	Causa\ Mecanismo Potencial da Falha	Ocorrência	Controles Atuais	Deteção	NRP
Funções Principais	Inserir créditos na carteirainha	Máquina não realiza a recarga da carteirainha	Créditos do bandejão não são adicionados	10	S	Carteirainha com problema de magnetização	2	-	8	160
						Problemas na comunicação do sistema	3	-	5	150
						Leitor de carteirainha com problema	3	Manutenção periódica	2	60
		Máquina realiza a recarga incorreta da carteirainha	Créditos do bandejão são adicionados incorretamente	10	S	Problema de comunicação no sistema	3	-	5	150
	Leitor de carteirainha	Máquina não realiza a leitura correta da carteirainha	Cliente não consegue consultar saldo e carregar carteirainha	10	S	Leitor de carteirainha com problema	3	Manutenção periódica	8	240
						Problemas na comunicação do sistema	3	-	5	150
	Impressão de recibo	Máquina não realiza a impressão do recibo de recarga de créditos	Não há comprovante de recarga	4	N	Falta de papel	4	Controle visual	2	32
						Falta de tinta	4	Controle visual	2	32
						Impressora com defeito	5	Manutenção periódica	3	60

Componente	Funções Secundárias	Máquina realiza a impressão incorreta dos recibos	Os comprovantes informam dados incorretos	3	N	Problemas na comunicação do sistema	3	-	5	45				
		Pagamento com cartão de crédito	Máquina não aceita o pagamento com cartão de crédito	Não é possível realizar uma recarga com pagamento via cartão	7	S	Defeito no leitor de cartão de crédito	5	Controle visual	1	35			
							Problemas no sistema interno	2	Manutenção periódica	1	14			
							Problemas no sistema de cartões	1		6	42			
		Comunicação com o sistema	Sistema não reconhece o usuário	Não é possível iniciar o processo de recarga	9	S	Problemas na comunicação do sistema	3	-	5	135			
							Sistema não consegue acessar o banco de dados	9	S	Problemas na comunicação do sistema	3	-	5	135
							Sistema não processa informações de pagamento	9	S	Problemas na comunicação do sistema	3	-	5	135
		Segurança	Os dispositivos de segurança não estão funcionando corretamente	A máquina fica vulnerável a roubos e furtos	9	N	Montagem incorreta	3	Manual do produto	5	135			
							Dispositivos com defeito	3	-	6	162			
		Recarga do café da manhã	O sistema não está funcionando corretamente	A máquina não realiza o carregamento de refeições de café da manhã	4	N	Problemas no sistema interno	2	-	3	36			
Visor do produto	O visor da máquina não funciona corretamente	Cliente não consegue executar as funções	10	S	Falha no visor da máquina	4	Controle Visual	1	40					
					Montagem incorreta	4	Manual do produto	4	160					

Carcaça	Partes mal fixadas	Carcaça fica vulnerável à desmontagem	10	S	Montagem incorreta	2	Manual produto do	1	20
	Partes com dimensões erradas	Não é possível montar o produto	10	S	Fabricação incorreta	1	Projeto detalhado	1	10
Suportes Internos	Suportes mal fixados	Componentes ficam sujeitos à queda	6	N	Montagem incorreta	2	Manual produto do	1	12
	Suportes mal posicionados	Componentes ficam fora da posição especificada	5	N	Montagem incorreta	2	Projeto detalhado	1	10
	Resistência das paredes fora da especificação	Suportes podem não aguentar o peso dos componentes	5	N	Matéria prima fora da especificação	1	Projeto detalhado	1	5
Fornecimento de energia	Falta de fornecimento de energia	Produto não liga	10	S	Montagem incorreta	1	Manual produto do	1	10
	Falha no fornecimento de energia	Produto para de funcionar	9	S	Mau contato	1	-	1	9

Tabela 36- FMEA do produto

20. Definição dos meios de controle da qualidade

Nessa etapa do projeto serão definidos os meios para o controle funcional de qualidade do produto e o instrumental necessário para o controle; visando manter o bom funcionamento do produto e suas funcionalidades.

Conforme proposto, a definição será feita apenas para um item crítico do produto; para o USPontos de Recarga o selecionado foi a carcaça. A escolha foi feita considerando a importância da manutenção da carcaça para o bom funcionamento, e pelo fato de ser o componente físico a ser produzido pela equipe, já que os outros componentes físicos não serão produzidos e sim comprados prontos com fornecedores.

O controle da qualidade dos componentes a serem comprados é feita na hora da compra, a partir de uma seleção adequada de fornecedores, cumprindo as especificações atribuídas ao produto.

Para o controle da qualidade das peças a serem fabricadas, a seguir é apresentado o plano de controle que foi proposto para o corpo do totem, mas este pode ser estendido à confecção dos outros componentes metálicos do produto, que passam por praticamente todos os processos para serem produzidos.

A melhor forma para manter a qualidade é treinar os funcionários a conferir o resultado de cada etapa realizada, através da medição das dimensões e da inspeção visual. Por não se tratar de uma produção em larga escala é viável que o controle de qualidade proposto seja feito em todas as peças fabricadas.

Item	Nome do processos/Descrição da operação	Dispositivo ou ferramenta para manufatura	Característica		Classe/Classificação	Métodos				Plano de reação	
			Nº	Produto		Tolerância de especificações do processo de produção	Técnica de avaliação e medição	Amostra			Métodos de controle
								Tamanho	Frequência		
Paredes do toten	Inspeção do corte da chapa metálica	Trena	1	Dimensões e tolerâncias	-	Conforme desenho de execução	Medição com trena	-	Todas as peças	Comparar com as especificações	Caso não for conforme reaproveitar material se possível
		Visão do funcionário	2	Corte uniforme	-	Conforme desenho de execução	Inspeção visual	-	Todas as peças	Visulamente	Se possível corrigir corte. Caso contrário, reaproveitar material
			3	Rebarbas	-	Aparência uniforme	Inspeção visual	-	Todas as peças	Visulamente	Remover rebarbas
	Inspeção da conformação da chapa	Esquadro	4	Dimensões e tolerâncias	-	Conforme desenho de execução	Medição do ângulo com esquadro	-	Todas as peças	Comparar com as especificações	Se possível corrigir angulação. Caso contrário, reaproveitar material
		Visão do funcionário	5	Ângulo correto	-	Conforme desenho de execução	Inspeção visual	-	Todas as peças	Comparar com as especificações	Se possível corrigir angulação. Caso contrário, reaproveitar material

			6	Dobra regular	-	Conforme desenho de execução	Inspeção visual	-	Todas as peças	Visulamente	Caso não for conforme reaproveitar material se possível
Inspeção da rebitagem	Visão do funcionário	7	Trincas	-	Aparência uniforme	Inspeção visual	-	Todas as peças	Visulamente	Caso não conforme, descartar	
		8	Quantidade adequada	-	Conforme desenho de execução	Contagem	-	Todas as peças	Comparar com as especificações	Ajustar quantidade	

Tabela 37 - Plano de controle do produto

21. Embalagem

Após definida a estrutura final do produto é necessário definir as configurações de embalagem para o totem de autoatendimento.

No caso dos USPontos de recarga, por não ser um produto a ser vendido em lojas, e sim por negociação do serviço diretamente com o cliente, a embalagem do mesmo não requer de design para comunicação mercadológica do produto, já que a embalagem não tem a função de atrair o cliente para este caso.

Assim, o foco do desenvolvimento da embalagem para os totens está na proteção mecânica e no transporte até o local de instalação. Para a definição dos materiais foi levado em conta o custo e a proteção oferecida. Foi estabelecida a utilização de uma caixa de papelão ondulado de dimensões 1,20x0,6x0,6 metros. Para ajudar no posicionamento e na proteção de pontos críticos, estruturas de isopor serão dispostas nos cantos, ao redor do suporte da tela e ao redor da moldura.

Foram levantadas cotações para os componentes para chegar ao custo final da embalagem.

Caixa:

Loja: The box embalagens		http://thebox.ind.br/	
Produto	Quantidade	Dimensões (AxLxC) - metros	Total por embalagem
Caixa papelão Maleta 202	1	1,2x0,6x0,6	R\$ 9,00



Cantoneiras:

Loja: Só isopor		www.soisopor.com.br		
Produto	Quantidade	Preço	Total por embalagem	
Cantoneira 3D grande	8	R\$ 0,50	R\$	4,00
Cantoneira 2D grande	4	R\$ 0,25	R\$	1,00
Preço total			R\$	5,00



Assim chegamos ao custo final de embalagem, 14 reais por unidade.

22. Análise da viabilidade econômica

Para realizar a análise da viabilidade econômica, primeiramente foi calculado o custo de fabricação de uma unidade do produto. Esse custo foi dividido em: custos de materiais, custos de componentes que serão utilizados

na fabricação, custos de componentes externos, custo de máquinas, custo de mão de obra e custo de embalagem.

Custos de materiais

Os custos de materiais foram calculados com base nas quantidades necessárias de acordo com o detalhamento técnico.

Material	Quantidade	Custo
Madeira	0,2432	R\$ 3,57
Chapa de aço	3,127	R\$ 24,02
Total		R\$ 27,59

Custos de componentes para a fabricação

Os custos de componentes para a fabricação foram calculados com base nas quantidades necessárias após a aplicação do DFMA. Os componentes, as quantidades necessárias e o custo estão descritos na tabela abaixo.

Componente	Quantidade	Custo
Rebite	100	R\$ 13,90
Parafuso PSB-160	2	R\$ 147,88
Dobradiça	2	R\$ 44,40
Fechadura	1	R\$ 41,90
Prego	30	R\$ 3,90
Total		R\$ 251,98

Custos de componentes externos

Os custos de componentes externos foram calculados conforme a estrutura de produto apresentada anteriormente.

Componente	Quantidade	Custo
Leitor de carteirinha	1	R\$ 39,00
Leitor de cartão de crédito	1	R\$ 86,90
Impressora de recibo	1	R\$ 279,90
Tablet	1	R\$ 467,90
CPU	1	R\$ 800,00
Roteador Wireless	1	R\$ 62,80
Cabo fonte de energia	1	R\$ 68,42
Total		R\$ 1.804,92

Custos de máquina

Os custos de máquina foram estimados com base nas fichas de fabricação elaboradas anteriormente. Foram utilizados os custos de acordo com o material fornecido na disciplina.

Componente	Máquina	Tempo de máquina (s)	Custo de máquina (R\$/h)	Total
Base	Serragem	60	R\$ 15,00	R\$ 0,25
	Furadeira	60	R\$ 23,00	R\$ 0,38
	Pintura	300	R\$ 40,00	R\$ 3,33
	Soldagem	300	R\$ 20,00	R\$ 1,67
Corpo	Furadeira	15	R\$ 23,00	R\$ 0,10
	Pintura	300	R\$ 40,00	R\$ 3,33
Porta	Furadeira	60	R\$ 23,00	R\$ 0,38
	Pintura	120	R\$ 40,00	R\$ 1,33
Apoio da tela	Soldagem	300	R\$ 20,00	R\$ 1,67
	Pintura	300	R\$ 40,00	R\$ 3,33
Moldura da tela	Pintura	300	R\$ 40,00	R\$ 3,33
Caixa para recibos de impressora e máquina de cartão	Serragem	120	R\$ 15,00	R\$ 0,50
	Pintura	60	R\$ 40,00	R\$ 0,67
Total				R\$ 20,28

Custos de mão de obra

Os custos de mão de obra foram calculados admitindo-se que será necessário apenas um funcionário de linha de montagem.

Componente	Tempo total de operação (s)	Custo de mão de obra (R\$/h)	Total
Base	930	R\$ 14,00	R\$ 3,62
Corpo	675	R\$ 14,00	R\$ 2,63
Porta	330	R\$ 14,00	R\$ 1,28
Apoio da tela	900	R\$ 14,00	R\$ 3,50
Moldura da tela	570	R\$ 14,00	R\$ 2,22
Suporte da impressora e do leitor de carteirinha	255	R\$ 14,00	R\$ 0,99
Suporte do processador	225	R\$ 14,00	R\$ 0,88
Caixas para recibos	600	R\$ 14,00	R\$ 2,33
Total			R\$ 17,44

Custos de embalagem

Os custos de embalagem foram apresentados no item anterior. Adicionalmente, considerou-se os custos de empacotamento e de carregamento, de acordo com o material fornecido na disciplina.

Custo	Tempo de operação	Custo de mão de obra (R\$/h)	Total
Embalagem	-	-	R\$ 14,00
Empacotamento	300	9	R\$ 0,75
Carregamento	300	9	R\$ 0,75
Total			R\$ 15,50

Desta forma, a tabela abaixo exhibe o custo total de fabricação de uma unidade do produto.

Descrição	Valor
Custo de materiais	R\$ 27,59
Custo de componentes para fabricação	R\$ 251,98
Custo de componentes externos	R\$ 1.804,92
Custo de máquina	R\$ 20,28
Custo de mão de obra	R\$ 17,44
Custo de embalagem	R\$ 15,50
Total	R\$ 2.137,71

Comparação com o valor mercadológico

Para a comparação com o valor mercadológico, foram considerados os impostos que incidiriam sobre a mercadoria. Primeiramente, foram consideradas as alíquotas do IPI de 15% e do ICMS 18%, no estado de São Paulo. Além disso, foi considerada uma margem de 30% para a fábrica. Vale ressaltar que o nosso produto será vendido já pela fábrica, e portanto, não possuirá vendedores no varejo. A tabela abaixo mostra a composição do preço final do produto.

Margens	Valor
Custos de fabricação	R\$ 2.137,71
Margem de faturamento da fábrica	30%
	R\$ 641,31
ICMS	18%
	R\$ 384,79
IPI	15%
	R\$ 320,66
Valor final	R\$ 3.484,47

O preço obtido é menor que o valor mercadológico estabelecido na escala vertical, de R\$4941,47. Portanto, pode-se concluir que o produto é economicamente viável.

Conclusões

Ao longo do semestre, o grupo desenvolveu o produto apresentado conforme a metodologia desenvolvida em sala de aula. O projeto foi de grande proveito para o grupo, pois aprendemos como realmente funciona o desenvolvimento de um produto na prática.

Ocorreram alguns problemas ao longo do desenvolvimento do projeto, dado que o nosso produto apresentava algumas particularidades e necessitava de algumas adaptações. No entanto, todos os problemas foram contornados para que o desenvolvimento fosse possível.

Em relação ao protótipo, o grupo acredita que ele atingiu os objetivos propostos em relação a solução planejada. Desta forma, acreditamos que esse projeto foi muito bom, tanto para o nosso aprendizado, quanto para a proposta de uma solução para um problema enfrentado na USP.

Referências Bibliográficas

ROZENFELD, H. et al. Gestão do desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo, Saraiva, 2006.

http://www.usp.br/coseas/COSEASHP/COSEAS2010_DAlm.html, acessado dia 03/04 às 18:00.

http://www.usp.br/coseas/COSEASHP/COSEAS2010_superintendencia.html, acessado dia 03/04, às 18:00

<http://www5.usp.br/>, acessado dia 03/04, às 18:00.

<http://www.scancool.com.br/>, acessado dia 01/05/2014 às 12:00

<http://www.tecmundo.com.br/projetor/2449-como-funcionam-as-telas-sensiveis-ao-toque-touch-screen-.htm>, acessado dia 01/05/2014 às 12:10

<http://www.tablet.com.br/tela-resistiva-x-tela-capacitiva/>, acessado dia 01/05/2014 às 12:15

<http://www.dell.com.br/>, acessado dia 01/05/2014 às 13:14

http://www.consultoriamonteiro.com.br/?gclid=CICjm_K2i74CFc1j7Aodmm8A4w, acessado dia 01/05/2014 às 13:20

<http://www.cielo.com.br/portal/home.html>, acessado dia 01/05/2014 às 13:30

<http://www.userede.com.br/pt-BR/Paginas/default.aspx>, acessado dia 01/05/2014 às 13:45

<http://www.designinsite.dk/htmsider/inspmat.htm>, acessado dia 24/05/2014 às 19:00.

<http://www.matweb.com/search/MaterialGroupSearch.aspx>, acessado dia 24/05/2014 às 19:00.

<https://www.mundodasfechaduras.com.br/Vaicer/ImagemGaleria.aspx?pcod=59518>, acessado dia 24/05/2014 às 19:30.

<http://www.montal.com.br/component/content/category/19-parafusos-e-acessorios.html>, acessado dia 24/05/2014 às 19:30.

<http://www.brasfixo.com.br/novo/catalogo.pdf>, acessado dia 24/05/2014 às 19:30.

<http://www.cec.com.br/ferragens/dobradica>, acessado dia 24/05/2014 às 19:30.

http://www.idtla.com.br/catalogos_pdf/minimag.pdf, acessado em 25/06/2014 às 13:00.

<http://www.tp-link.com.br/products/details/?model=TL-WR740N>, , acessado em 25/06/2014 às 13:00.

<http://cidadesaopaulo.olx.com.br/impressora-termica-cupom-nao-fiscal-57mm-usb-100-nova-iid-630087639>, , acessado em 25/06/2014 às 13:00.

<http://www.radarindustrial.com.br/produto/97406/guilhotina-com-pedal.aspx>, , acessado em 25/06/2014 às 13:10.

<http://www.leroymerlin.com.br/serra-tico-tico-4003-110v-380w->, , acessado em 25/06/2014 às 13:10.

skil_87405605?origin=81239a7189c816ecb09ed7f3#m-characteristics-session-anchor, , acessado em 25/06/2014 às 13:10.

www.vonder.com.br, , acessado em 26/06/2014 às 13:00.

<http://www.riparo.com.br/>, , acessado em 26/06/2014 às 13:00.

www.sorg.com.br, , acessado em 26/06/2014 às 13:00.

Anexos

1. Questionário quantitativo

Autoatendimento Para Recarga do Bandeirão - Perfil do usuário

Este questionário faz parte de uma disciplina que envolve o desenvolvimento de um novo produto.

Nosso grupo pretende criar postos de autoatendimento para recarga de créditos do "bandeirão" na carteirinha da USP, semelhante aos encontrados no metro de São Paulo do Bilhete Único.

Queremos saber quais são os maiores problemas enfrentados e de que modo este produto poderia solucionar o problema.

*** Required**

Qual a sua faculdade na USP? *

Qual a sua idade? *

Com que frequência você frequenta o bandeirão? *

- Nunca
- Raramente
- De 2 a 3 vezes por semana
- Todos os dias

Com que frequência você carrega a sua carteirinha? *

- Semanalmente
- A cada duas semanas
- A cada três semanas
- Mensalmente
- Other:

Quantas refeições você recarrega por vez?

- 0 a 10
- 10 a 20
- 20 ou mais

Qual é o tempo médio gasto na fila para recarga? *

- 0 a 10 minutos
- 10 a 20 minutos
- 20 a 30 minutos
- 30 ou mais

Em que horário você costuma recarregar a carteirinha? *

- Durante a manhã
- Horário do almoço
- Durante a tarde
- Horário do jantar

Você considera a carteirinha o melhor dispositivo para recarregar tickets do bandeirão? *

- Sim
- Não, prefiro que a recarga seja feita em outro cartão
- Não, prefiro tickets de papel
- Sim, mas gostaria que também existissem tickets de papel

Quais são os maiores problemas enfrentados para recarregar a carteirinha do bandeirão? *

- Fila
- Horário de atendimento restrito
- Distância para recarregar
- Poucos funcionários
- Pagamento apenas com dinheiro
- Falta de troco
- Apenas um ponto de recarga na USP
- Other:

Autoatendimento Para Recarga do Bandeirão - Sobre o Produto

Você considera que a instalação de pontos de auto atendimento para recarga ajudaria a solucionar os problemas? *

- Sim
- Não
- Indiferente

Quais funcionalidades o produto deveria ter? *

- Aceitar cartão de crédito como pagamento
- Consulta de saldo
- Emitir troco
- Emitir recibo de compra
- Recarregar para a refeição do café da manhã
- Recarregar também o bilhete único
- Other:

Qual seria o horário de funcionamento ideal destes postos de autoatendimento? *

- 24 horas
- 6h - 23h
- Apenas durante os horários de refeição

Em que pontos da USP os postos de atendimento deveriam ser instalados? *

- Apenas bandeirão central
- Todos os bandejões
- Todos os bandejões e CEPE
- Todas as faculdades
- Faculdades com mais alunos (POLI, FFLCH, ECA, BIO e FEA)
- Other:

Classifique a importância das funcionalidades do produto

Aumento da disponibilidade de horários para a recarga *

1 2 3 4 5

Pouco Importante Muito Importante

Aceitação de cartão de crédito/débito como pagamento *

1 2 3 4 5

Pouco Importante Muito Importante

Aceitar dinheiro como pagamento *

1 2 3 4 5

Pouco Importante Muito Importante

Emitir troco para o pagamento *

1 2 3 4 5

Pouco Importante Muito Importante

Consulta de saldo da carteirinha *

1 2 3 4 5

Pouco Importante Muito Importante

Emissão de recibo de compra *

1 2 3 4 5

Pouco Importante Muito Importante

Recarregar a refeição do café da manhã *

1 2 3 4 5

Pouco Importante Muito Importante

Recarregar também o Bilhete Único *

1 2 3 4 5

Pouco Importante Muito Importante