



ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E COMERCIAL DE UM LEITOR RFID UHF PORTÁTIL DE BAIXO CUSTO

Roddy Alexander A Romero¹, Samir Bonho²

Resumo: Este artigo aborda o estudo de viabilidade técnica e comercial de um leitor para a identificação por radiofrequência (RFID) na faixa de ultra-alta frequência (UHF) do tipo portátil e enquadrado na categoria de leitores de baixo custo voltado para o setor de varejo. Após a revisão de leitores comerciais, constata-se que existem poucas opções de leitores desse tipo oferecidas no país, sendo todas desenvolvidas por empresas estrangeiras. Portanto, é proposto neste trabalho o desenvolvimento nacional desse leitor como uma alternativa às já existentes no mercado. Um novo conceito de leitor de baixo custo cujo controle pode ser feito através de *smartphone* (em modo acoplado) ou ter seu funcionamento independente (modo autônomo) é apresentado. As principais especificações técnicas são levantadas, assim como são analisados os aspectos-chaves para o seu projeto. Finalmente, é concluído que o leitor é viável tanto técnica como comercialmente.

Palavras-chave: Leitor RFID. UHF. EVTC.

Abstract: *This paper studies the technical and financial feasibility of a mobile radio frequency identification (RFID) ultra-high frequency (UHF) low-cost reader suitable for the retail market. After a review of commercial readers, it is verified that there are few available options for this kind of reader being offered locally, and all these options are developed by foreign companies. Therefore, it is proposed in this work to develop this reader as an alternative to the existent readers in the market. A new concept of low-cost reader is presented, which can either be controlled by an smartphone (in coupled mode) or function independently (autonomous mode). The main technical specifications are obtained and, in addition, the main features for its design are analyzed. It is finally concluded that this reader is both technically and financially feasible to be developed.*

Keywords: RFID reader. UHF. Technical and financial feasibility study.

¹ Especialista em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos, IFSC/Florianópolis <roddyrg@gmail.com>

² Professor do Departamento Acadêmico de Eletrônica (DAELN), IFSC/Florianópolis <samir.bonho@ifsc.edu.br>

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia de identificação por radiofrequência, também conhecida como RFID pelas siglas do termo em inglês *Radio Frequency IDentification*, tem encontrado uma gama ampla de aplicações em distintos campos da indústria e do comércio, fato que explica sua crescente proliferação (DAS, 2015). Um dos motores principais para a penetração dessa tecnologia foi a evolução da microeletrônica, a qual permitiu melhorar o desempenho dos sistemas de RFID e reduzir os custos de fabricação associados (DOBKIN, 2012). Pode-se dizer que, atualmente, a tecnologia RFID é um substituto natural e melhorado do sistema de identificação de objetos por código de barra (GS1, s.d.).

Um sistema de RFID conta basicamente de três componentes: as etiquetas, os interrogadores, e o *middleware* (DOBKIN, 2012), como ilustrado na Figura 1. Os primeiros, conhecidos também como *tags*, correspondem aos identificadores de objetos. Na grande maioria dos casos, são de tipo passivo, ou seja, não possuem fonte de energia própria. Por sua vez, os interrogadores, ou mais comumente chamados de leitores, são equipamentos com maior valor agregado, sendo os encarregados de requisitar a informação dos *tags*. Podem ser classificados em fixos ou portáteis. Por último, o *middleware* é o termo empregado para denominar ao *software* mediador que serve de interface entre o leitor e as bases de dados e *softwares* de gestão da empresa.



Figura 1 – Ilustração com os principais componentes de um sistema de RFID.

Existem distintas faixas do espectro eletromagnético reservadas à operação de sistemas de RFID. Em geral, as aplicações que permitem que o objeto a ser identificado se encontre a distâncias de 1 a 100 metros utilizam a faixa de ultra-alta frequência, também conhecida como UHF do termo em inglês *ultra-high frequency*, a qual compreende a banda de 864 a 958 MHz, dependendo do país (GS1, 2016). A Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), órgão regulador que estabelece as condições de uso do espectro eletromagnético no Brasil, estabeleceu na Resolução nº 506, de 1º de julho de 2008, seção XII, que os sistemas de RFID UHF devem operar nas faixas de 902 a 907,5 MHz e de 915 a 928 MHz (ANATEL, 2008). Além do maior alcance de leitura, o emprego da faixa de UHF ainda permite a detecção de um alto volume de objetos em simultâneo utilizando protocolos de anticollisão entre *tags* (GS1, 2016).

Algumas aplicações comuns para o uso da tecnologia RFID UHF são a identificação de automóveis em pedágios, controle logístico no varejo, monitoramento de bens em hospitais, entre outros (DAS, 2015; DOBKIN, 2012). Espera-se ainda uma maior adesão ao uso de *tags* UHF em aplicações de etiquetagem a nível de artigo (*item-level tagging*) (GS1, s.d.b), além dos avanços na integração dos *tags* com sensores (FARSENSE, s.d.) e em pesquisas e desenvolvimento de *tags* miniaturizados (HITACHI CHEMICAL, s.d.; MOYA; RIANO; DE SOUSA, 2016; PENG et al., 2015; ZHAO; NAI-CHUNG; NIKNEJAD, 2016).

Dados de 2016, descrevem que a tecnologia RFID, especificamente na faixa UHF, representa um mercado de mais de 10 bilhões de dólares (DAS, 2015), dos quais aproximadamente 8 bilhões representam as aplicações com *tags* passivos, e 25% desse montante correspondem ao mercado dos leitores para esses *tags*. Para o ano 2020, é previsto que um total de 35 milhões de *tags* passivos sejam instalados (CHAIRLINK RESEARCH, 2015). Na faixa de UHF, o setor do varejo é o mais representativo, com mais de 6 mil milhões de *tags* previstos de serem utilizados até 2018 (DAS, 2015) e investimentos no setor de até 12 bilhões de dólares (CHAIRLINK RESEARCH, 2015).

O Brasil participa do setor da tecnologia RFID através de várias empresas as quais incluem provedores de soluções de *hardware* e de serviços (integradores), sendo este último o de maior abrangência (AUTOFIND, s.d.; BRID, s.d.; CEITEC, s.d.; CONTROL-UP, s.d.; ELAETEC, s.d.; RFIDBRASIL, s.d.; RFIDCOE, s.d.). Embora existam já algumas empresas que projetam e

fabricam chips RFID para as etiquetas (CEITEC, s.d.); a maior parte das empresas provedoras de *hardware* no Brasil estão dedicadas à revenda de equipamentos de terceiros (produção estrangeira), o que quer dizer que a maioria do *hardware* que realiza a leitura dos *tags* RFID não é fabricado nem projetado nacionalmente. Existem algumas poucas empresas nacionais que oferecem leitores proprietários do tipo fixo na faixa de UHF (BRID, s.d.; CONTROL-UP, s.d.). No entanto, em geral, o país ainda carece de soluções próprias na área de leitores. Impulsionar o desenvolvimento de leitores RFID UHF no país é uma peça chave para toda a cadeia relacionada a esta tecnologia.

Após uma análise das soluções oferecidas pelos principais *players* no país, constatou-se que há uma falta de soluções de leitores portáteis e de baixo custo no mercado nacional. Entende-se por baixo custo aos leitores que atualmente não ultrapassam a faixa de preço de US\$ 1.000,00. Os mesmos correspondem ao nível mais básico da ampla gama de leitores existentes de mercado. Em outras palavras, são leitores com funcionalidades básicas, sem capacidade de conexão a outros tipos de rede sem fio e faixa de leitura típica de até 2 metros. Essas soluções já se encontram disponíveis no mercado internacional e em alguns casos com revenda no Brasil, tais como os leitores RFID UHF de tamanho reduzido acopláveis a *smartphones* (ACCURA, s.d.; UGROKIT, s.d). Um leitor de baixo custo é um produto de potencial interesse já que pode abrir portas para um mercado formado por produtores, varejistas e lojistas que desejem uma solução acessível, com interface amigável, intuitiva, e com uma rápida curva de aprendizado para os seus empregados; trazendo-lhes benefícios econômicos concretos a curto prazo. Acredita-se que a demanda por esse tipo de solução despontará nos próximos anos, acompanhando o ritmo acelerado da evolução das tecnologias relacionadas com a “internet das coisas”.

O presente documento visa, através de um estudo de viabilidade técnico e comercial (EVTC), apontar, mesmo de maneira preliminar, se o desenvolvimento de um leitor portátil de etiquetas de RFID na faixa UHF de baixo custo é financeiramente atraente e factível, desde o ponto de vista técnico, para uma empresa de desenvolvimento de *hardware* no país. O foco do produto foi numa solução de baixo custo e ampla difusão no setor varejista nacional e regional. O escopo do estudo esteve limitado a definir um modelo de leitor portátil RFID UHF que sirva como base para uma versão mais detalhada quando a mesma fosse adotada como novo produto por uma empresa de base tecnológica e/ou do setor. Assim, pretendeu-se obter como resultado deste estudo o conceito de um leitor capaz de competir com os existentes no mercado, os seus requisitos técnicos e principais características de projeto, assim como as métricas de custo de investimento e rentabilidade para o seu desenvolvimento.

O presente estudo seguiu a metodologia apresentada em (CARPES, 2015) para desenvolvimento de produtos e é apresentado na seguinte forma. Na Seção 2, realiza-se o projeto informacional do produto, onde os potenciais clientes desse leitor no país são descritos, em seguida a lista de requisitos é levantada e também é feita a revisão dos principais leitores oferecidos no mercado global

incluindo uma revisão de patentes relacionadas. Essa seção conclui com a lista de especificações técnicas do leitor em estudo. A Seção 3 apresenta o conceito do produto, aonde são discutidos os seus modos de operação e principais blocos, assim como a sua viabilidade técnica. Em seguida, na Seção 4, o conceito do produto é materializado em um desenho tridimensional o qual prevê as características mais relevantes do mesmo. Ainda nessa seção, uma análise do investimento inicial calculado a partir dos principais componentes eletrônicos do produto assim como o custo de produção e retorno ao investimento do produto são estimados. Na última seção, as principais conclusões do estudo são apresentadas.

2. PROJETO INFORMACIONAL

2.1. Definição do problema

A partir de projeções de mercado da área de RFID, fica em evidencia que a tecnologia RFID encontra-se em expansão (CHAIRLINK RESEARCH, 2015; DAS, 2015; DOBKIN, 2012). Por um lado, isto ocorre devido a uma exigência crescente por parte do mercado para que fabricantes integrem etiquetas RFID aos seus produtos, e ao mesmo tempo, é essa mesma tecnologia a qual gera melhorias significativas no controle dos processos produtivos desses fabricantes. Produto dessa expansão, as etiquetas de RFID se tornarão gradativamente menos custosas, o que gerará uma alta adesão por parte de vários setores da economia, como o do varejo, por exemplo. Em entrevista com um especialista e empreendedor na área de RFID, constatou-se que o mercado espera que para 2022 tal tecnologia substitua à de código de barras.

Outro fato revelado após uma análise das soluções oferecidas pelos principais *players* no país é a falta de soluções para leitores portáteis de baixo custo. Embora leitores de baixo custo para identificação de objetos não seja novidade – os primeiros protótipos lançados no mercado há 10 anos foram voltados para *tags* ativos que operavam na faixa de 2,4 GHz –, até recentemente surgiram alguns leitores na faixa de UHF produzidos por empresas estrangeiras os quais podem ser acoplados e operados por meio de *smartphones*. Este conceito diminui os custos de processamento e interface associados, reduzindo assim o custo total do produto. Atualmente, esse tipo de soluções já se encontra disponível no mercado internacional, como por exemplo leitores RFID UHF de tamanho reduzido e baixa potência acopláveis a *smartphones* através de conexão USB ou *Bluetooth*. Acredita-se que a demanda por este tipo de solução despontará nos próximos anos, tornando interessante o estudo de um produto similar a ser desenvolvido no país.

2.2. Potenciais clientes

Os clientes em prospecção estão baseados na análise da tendência mundial no setor do varejo (GS1, s.d.). Acredita-se que o mercado potencial deste produto consiste nos donos de lojas de pequeno, médio e grande porte, os quais podem enxergar uma vantagem econômica no curto prazo ao integrar um sistema de controle de identificação de objetos nos seus negócios.

Dessa maneira, considerou-se como potenciais clientes dentro do setor de varejo aos envolvidos com o controle de:

- a) itens de diversas linhas em lojas e atacados;
- b) estoque de insumos e equipamentos para análise laboratorial em farmácias, laboratórios ou centros de pesquisa;
- c) estoque de vestuário/calçado em lojas de pequeno e médio porte;
- d) estoque de objetos de alto valor como pneus, cosméticos, joias, etc.

Outros setores fora do varejo que também poderiam ser atendidos incluem o controle de:

- e) estoque, inventário e movimentação de medicamentos e equipamento hospitalar em clínicas e hospitais de pequeno e médio porte;
- f) rebanho em produtores de leite/carne de gado;
- g) bagagens em aeroportos.

2.3. Requisitos do produto

Realizou-se uma enquete em oito estabelecimentos varejistas de diversos tamanhos e setores (eletrodomésticos, medicamentos, livros, vestuário, calçado) localizados na cidade de Florianópolis, SC, para entender as características dos procedimentos de controle de estoque e inventário realizados nas lojas. As perguntas foram uma mistura de tipo abertas e fechadas, e foram realizadas aos coordenadores e/ou gerentes das lojas.

Em primeiro lugar, pôde-se concluir que nenhum dos entrevistados tinham ouvido falar da tecnologia RFID. Após uma breve explanação da mesma utilizando um leitor RFID portátil a modo de demonstração, todos os participantes declararam ter interesse em utilizá-la nos seus respectivos estabelecimentos.

Outro fato interessante é que vários desses estabelecimentos contratam o serviço de terceiros para realizar o controle de inventário total das suas lojas, usualmente cada ano ou semestralmente. Já o controle de estoque diário é realizado por funcionários da loja devidamente treinados. Por causa da falta de tempo e/ou de recursos, esse controle ainda é feito por partes ou por amostragem, ou seja, o controle do estoque completo é inviável devido ao elevado número de itens. Inclusive, existem setores tais como os de vestuário e livros que somente realizam controle de inventário cada dois meses ou anualmente, contrário ao que se evidencia em lojas dos mesmos setores em outros países. Finalmente, confirmou-se que a tecnologia utilizada para a identificação de objetos é a de código de barras e, ainda, em alguns casos o controle é feito por identificação visual do objeto, o qual, como relatado pelos entrevistados, induz repetidamente ao erro.

Basicamente, a lista de requisitos do produto pode ser elaborada respondendo às seguintes perguntas (CARPES, 2015): Quais são as necessidades, expectativas e desejos do consumidor que o produto deve contemplar? Quais características o produto deve ter? A respeito da primeira pergunta, soube-se a partir das informações obtidas na enquete e da identificação dos

potenciais clientes que um leitor RFID de baixo custo deve ser de fácil operação, podendo ajudar nas labores diárias de controle de estoque e localização de itens. Já no que diz respeito à segunda pergunta, devido ao produto ser oferecido por uma ampla gama de empresas, foi necessário fazer um levantamento do estado da técnica dos produtos concorrentes para estabelecer alguns destes requisitos. Além disso, o especialista da área de RFID entrevistado salientou o fato de que o leitor fosse robusto ao uso e às condições ambientais. Também foi comentado que a perspectiva no meio prazo é que o preço de venda de um leitor RFID portátil seja comparável ao preço atual de um leitor de código de barras.

Seguindo as premissas elencadas, puderam-se identificar os seguintes requisitos para o produto:

- a) aparência moderna e pouco complexa;
- b) fácil manejo;
- c) portátil;
- d) leve, de dimensões adequadas para ser operado com uma mão;
- e) textura e cor suave;
- f) seguro para o operador;
- g) permita identificar vários objetos com uma única leitura;
- h) robusto ao manejo e ao ambiente de operação;
- i) baixo custo de investimento e rápido retorno, mais barato do que comprar equipamento importado.
- j) autonomia de uso de uma jornada de trabalho.

2.4. Benchmarking

2.4.1. Leitores RFID UHF disponíveis no mercado

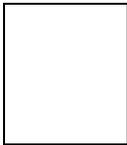
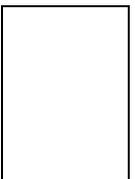
A partir do levantamento das soluções existentes compatíveis com o produto em análise, verificou-se que todas as soluções de baixo custo são produzidas no exterior. De maneira geral, as suas principais diferenças com leitores de maior desempenho (e custo) são a robustez do equipamento, a distância máxima de leitura e escritura, o *design*, a autonomia, as funcionalidades adicionais e conexão a outras redes sem fio.

Dentro do grupo de leitores de baixo custo, pôde-se identificar dois grandes tipos. No primeiro encontram-se os leitores da categoria *sled* ou acopláveis a *smartphones* e/ou *tablets*. Essa solução é particularmente interessante devido ao fato da massiva adoção de *smartphones* a nível global, os quais atualmente servem como computador de mão para a execução de diversas funções inclusive no âmbito laboral. Ademais, uma vez o leitor estando acoplado a *smartphone*, o desenvolvimento do leitor pode ser focado exclusivamente na coleção dos dados e deixar a interpretação dos mesmos ao *smartphone* através de um *software* dedicado (aplicativo). Adicionalmente, ao ser compatível com um *smartphone*, permite utilizar as funcionalidades de rede do mesmo, o qual é desejável do ponto de vista de compartilhamento dos dados e conexão com o servidor do sistema da loja. Nesse grupo estão incluídos os produtos das empresas *Accura* (modelo *Arete Pop*) (ACCURA, s.d.), *Turk*, ex *Ugrok-it* (UGROKIT, s.d.), *Chafon* e o seu modelo CF-H201

(CHAFON, s.d.) e *AsReader* (ASREADER, s.d.). Identificou-se a partir desse levantamento que a maioria desses aparelhos de tipo *sled*, especificamente os de menor custo, não podem ser operados sem o controle via *smartphone*, nem possuem capacidade para armazenar temporariamente dados colhidos após leitura dos *tags*. Ou seja, o processo de leitura depende sempre da disponibilidade do *smartphone*. Adicionalmente, é importante salientar que esses produtos permitem faixas de aproximadamente 1 metro no melhor dos casos.

O segundo tipo de leitores de baixo custo são leitores compactos e autônomos. Contam com uma interface minimalista e capacidade de armazenar os dados coletados. Num posterior momento, os dados podem ser transferidos até o PC ou *osmartphone* via *Bluetooth*. Esse tipo de aparelhos têm a vantagem de não depender da interface gráfica do *smartphone* para começar uma leitura e a maioria deles são de pequenas dimensões. Neste grupo estão os modelos das empresas *Chafon* com o modelo CF-RU5108 (CHAFON, s.d.b), *Smart Terminal* (SMART TERMINAL, s.d.) e *Invengo* (INVENGO, s.d.), entre outros. A maioria desses modelos inclui uma memória não volátil de até 256 kB com opção de expansão de memória externa de até 8 MB. É interessante comentar que esses modelos são na média algumas centenas de dólares mais custosos que os modelos *sled* citados anteriormente. Na Tabela 1, são resumidos os principais modelos, tanto os do tipo *sled* quanto os autônomos, assim como suas principais características.

Tabela 1 - Principais leitores de baixo custo disponíveis no mercado

Tipo	Produto	Imagem	Caraterísticas
AUTÔNOMO	Smart-terminal		Tamanho compacto, baixo desempenho
	Chafon (CF-RU5108)		Design diferente
SLED	ASreader		Maior custo devido ao design modular e design diferenciado
	AretePop		Baixo custo, dimensões pequenas

Chafon (CF-H201)		Baixo custo, dimensões pequenas
Turk		Alcance maior a 1 m., tamanho regular

Tabela 2 – Chips comerciais para leitores de *tags* RFID em UHF.

Fabricante	Modelo	Preço (US\$)
AMS	AS 3990/ 3991/ 3992 / 3993	53 (+100 un.), 44.5 (+500 un.)
Impinj	R2000 / 500 RS 2000/ 500 (SIP)	-
Phychips	PR9200 (SOC) RED4 (SIP) / RED5 (SIP)	-
ST	ST25RU3993	35 (+1000 un.)

2.4.2. Patentes relacionadas

Realizou-se uma busca por patentes relacionadas aos produtos anteriormente citados. Algumas informações também foram obtidas através da página *web* do órgão regulamentador dos Estados Unidos, *Federal Communications Commission* (FCC), no qual mostram-se detalhes técnicos dos aparelhos licenciados para serem comercializados naquele país.

No caso do produto da empresa *Accura*, detetou-se que o chip RFID utilizado é desenvolvido pela empresa *Phychips*. A antena é do tipo espiral quadrifilar quadrada (PHYCHIPS, s.d.), e teve um pedido de patente no ano de 2008 pela empresa *Actenna Co.* (US20100177014), porém foi abandonado. Por outro lado, a empresa *Ugrokit* tem uma patente concedida nos Estados Unidos a qual diz sobre o método de conectar um leitor RFID a um smartphone via cabo de áudio (US 20140231519 A1). A partir da ferramenta de busca disponibilizada pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), não foram encontrados pedidos de patentes relacionados àqueles produtos no Brasil. Além disso, não foram encontradas patentes depositadas no país sobre outros leitores similares.

2.4.3. Chips comerciais para leitura RFID UHF

A partir de um levantamento nos principais fabricantes de circuitos integrados, pôde-se verificar que existem poucos fabricantes de chips para leitores RFID UHF. As empresas e modelos desses chips são listados na Tabela 2. O chip R2000 da empresa *Impinj* foi desenvolvido a partir da aquisição da tecnologia desenvolvida pela empresa Intel. Esse chip é atualmente o mais utilizado nos leitores fixos e móveis encontrados no mercado. Tanto as empresas *Impinj* e *Phychips* oferecem módulos com tecnologia *System in Package* (SIP) os quais integram aos seus chips outros circuitos para aumentar o desempenho, como casamento de impedância com a antena, amplificador de potência de até 30 dBm, reguladores de tensão de alimentação, osciladores a cristal e empacotamento com blindagem. Além disso, o módulo da série RED da empresa *Phychips* declara integrar um acoplador e um circuito de cancelamento de auto-interferência automático.

Não foi possível obter o preço de todos os chips. Em média o preço atual entre os analisados é de US\$ 45, o qual é considerado um valor alto se comparado a outros transceptores de RF comerciais operando na mesma faixa de frequências. Este preço representa uma fatia importante dos custos totais associados aos componentes eletrônicos, e é bastante significativo para uma solução com alvo na redução de custos, assunto discutido na Seção 4. Assume-se que alguns dos principais motivos de que o preço seja elevado são de caráter técnico e ao mesmo tempo de estratégia de mercado. Em relação ao primeiro, o chip para leitor de *tags* RFID precisa de potências de saídas no transmissor de no mínimo 20 dBm, requerendo dessa maneira incluir amplificadores de potência de RF eficientes. Além disso, o transceptor utiliza comunicação *full-duplex*, existindo a necessidade de realizar um circuito e/ou processamento digital para o cancelamento da auto-interferência entre transmissor e receptor para uma alcance de leitura maior. Já em relação ao segundo motivo, acredita-se que o fato da quantidade restrita de fabricantes desses chips seja também uma das causas do seu alto valor de venda. Cabe destacar que a quantidade de leitores vendidos atualmente no mundo é muito inferior ao de *tags* (DAS, 2015). Supõe-se que o preço dos chips para leitores RFID UHF diminua a medida que a proliferação dos leitores, especialmente os de baixo custo, aumente.

2.5. Lista de especificações

As especificações técnicas do leitor em estudo foram levantadas a partir dos requisitos e também a partir da observação das características dos produtos oferecidos no mercado. Desses produtos, selecionaram-se os dois com maior relação ao leitor em estudo. A tabela mostrada no Apêndice apresenta a lista de especificações. As mesmas foram agrupadas de acordo com o tipo de critério (CARPES, 2015): segurança, funcionalidade, sustentabilidade, estética, ergonomia, entre outros. As especificações dos outros dois produtos foram listadas e comparadas com os valores alvos definidos para o leitor. O produto “A” se refere ao produto da empresa *Accura*, enquanto que o “B” ao da *Turk*.

3. PROJETO CONCEITUAL

3.1. Função principal e modos de uso

A função global do produto é a de leitura de *tags* de RFID seguindo o padrão EPC G2C1 (equivalente à norma ISO/IEC 18000-6C). Além das especificações levantadas, foi considerado como principal diferencial do leitor o fato de poder contar com as características tanto de um leitor do tipo *sled*, capaz de ser acoplado ao *smartphone*, quanto as de um leitor que funcione de maneira autônoma, armazenando temporariamente os dados colhidos dos *tags*. Assim, o leitor proposto deveria conter ambas funcionalidades em um produto só. O mesmo poderia tanto ler e escrever os *tags*. O seu funcionamento de maneira autônoma garantiria que o usuário possa realizar a leitura de *tags* numa situação em que o *smartphone* estiver sendo ocupado com outra função ou mesmo estiver descarregado.

Similar ao produto da *Arete Pop* (ACCURA, s.d.), a leitura dos *tags* contemplaria a opção de leitura única, ou seja, disparada pelo usuário cada vez que ele desejasse fazer a leitura, e a opção de leitura contínua, onde o usuário decidiria o começo da sessão de leitura e o leitor realizaria leituras sucessivas até o usuário decidir finalizá-la. Ambos tipos de leitura estariam disponíveis tanto quando acoplado ao *smartphone*, como quando funcionando de maneira autônoma.

3.1.1. Modos de uso

De modo ao leitor conter as funcionalidades de acoplamento ao *smartphone* e leitura independente, o mesmo teria dois modos de uso:

- a) *Modo Acoplado*: O leitor é fisicamente conectado ao *smartphone*. Pode realizar a totalidade das suas funções, isto é, leitura e escrita dos *tags* RFID. O controle da leitura/escrita é feito via tela do *smartphone* e *software* dedicado (aplicativo).
- b) *Modo Autônomo*: O leitor pode ser utilizado independentemente do *smartphone*, somente no modo leitura já que é a situação mais recorrente. Os dados são armazenados no leitor, e num segundo momento podem ser transferidos ao *smartphone*.

3.2. Blocos principais

É conveniente separar o produto em blocos ou subsistemas os quais realizam uma função particular. Estes são:

- a) Estrutural.- Bloco que brinda proteção ao leitor, assim como encaixe mecânico ao *smartphone*.
- b) Energia.- Bloco que gerencia a energia necessária para a operação dos demais blocos do produto. No caso do leitor, consiste numa bateria e circuito associado de carga da bateria e de conversão da tensão da bateria para tensões específicas necessárias para os demais blocos.
- c) Controle.- Bloco que controla as operações gerais do produto de acordo aos modos de

operação, tais como a comunicação com o *smartphone*, início e fim de leitura do *tag*, tipo de leitura/escrita do *tag* e armazenamento de dados em memória.

- d) Comunicação.- Realiza a comunicação com o *smartphone* em ambos os modos de operação.
- e) Transceptor RF.- Bloco que gera, codifica e transmite o sinal a ser enviado ao *tag*, assim como recebe e decodifica o sinal de resposta. Este bloco consiste em três sub-blocos principais: chip de protocolo EPC, *front-end* de RF e antena.

Os detalhes da implementação de cada um destes blocos deverão ser avaliados numa etapa posterior (projeto detalhado) após a conclusão da viabilidade técnica e comercial do produto. No entanto, existem algumas opções correspondentes a tais blocos que foram avaliadas ainda nesta etapa. Para isto, fez-se uso da matriz morfológica, detalhada a continuação.

3.2.1. Avaliação de Alternativas

Pode-se observar na Tabela 3 quatro parâmetros selecionados a partir dos subsistemas listados anteriormente. Para cada um deles, avaliaram-se duas ou mais alternativas as quais foram comparadas seguindo o método de Pugh (CARPES, s.d.). No caso da comunicação com o *smartphone* no *Modo Acoplado*, não foi conclusiva a escolha do padrão de comunicação a ser utilizado entre o *smartphone* e o leitor. A escolha, então, foi feita numa etapa posterior deste estudo, a qual levou em consideração outros aspectos, como preferências do cliente, facilidade para o projeto da estrutura, etc.

A escolha entre o uso de um chip comercial e o desenvolvimento nacional também foi avaliada. O principal fator levado em consideração foi o atraso que significaria o tempo de desenvolvimento do chip no lançamento do produto ao mercado. Esse fato foi confirmado por um entrevistado especialista na área de semicondutores. Neste caso, o desenvolvimento próprio de um chip RFID portátil pode levar um tempo e investimento considerável, devendo ser eventualmente cogitado o uso de recursos não reembolsáveis em parceria com instituições do estado. Assim sendo, a opção comercial foi considerada como a mais indicada, no entanto, cabe ressaltar que tal opção pode ser revista após uma análise econômica mais detalhada em uma etapa posterior do estudo, uma vez que o custo do chip comercial pode diminuir a rentabilidade ou mesmo inviabilizar a venda do produto.

A polarização da antena também foi avaliada. Uma das influências na escolha foi a da orientação relativa do leitor e o *tag*. A polarização circular facilitaria ao usuário a leitura, não sendo necessário alinhar o leitor à antena do *tag*, cuja posição é usualmente desconhecida pelo usuário.

Por último, o carregador de bateria do leitor foi também avaliado. Observou-se durante a revisão dos leitores comerciais no mercado que o produto da empresa *AsReader* era o único com carregador sem fio, feito por acoplamento magnético (ASREADER, s.d.). Portanto, incluiu-se como alternativa para o leitor em estudo. No entanto, sendo a prioridade a redução de custos do produto, o carregador com fio foi finalmente escolhido.

Tabela 3 – Resultado (em destaque) da avaliação de alternativas seguindo o método de Pugh.

Parâmetro	Altn. 1	Altn. 2	Altn. 3
Comunicação <i>smartphone</i>	Áudio	USB	Bluetooth
Chip RFID	Comercial	Desenv. próprio	-
Polarização da Antena	Linear	Circular	-
Carregador de bateria	Com fio	Sem fio (link indutivo)	-

3.3. Viabilidade técnica

A partir do estudo dos subsistemas e avaliação das alternativas, pôde-se identificar que o projeto do leitor deve considerar principalmente alguns desafios, como o projeto da antena e a integração dos elementos de *hardware* que resulte em um *design* compacto. O projeto da antena deve ser avaliado segundo as dimensões finais do produto, mas pode ser utilizado substratos especiais de baixa perda e alta permissividade elétrica para reduzir o tamanho da mesma. Os projeto do sistema eletrônico deverá ocorrer em paralelo com o projeto do molde do produto para que haja um correto aproveitamento das partes.

Em fim, concluiu-se que o projeto é viável tecnicamente, desde que se tenha à disposição um time técnico adequado, com experiência em desenvolvimento de *hardware*, com ênfase no projeto de placas de RF, e de *software* para o desenvolvimento do aplicativo de controle desde o *smartphone*, além de um líder técnico com experiência em *design* de produto.

4. PROJETO PRELIMINAR

4.1. Sistemas e módulos

O projeto do produto pode ser desenvolvido considerando que o mesmo está configurado em módulos, os quais estão diretamente relacionados aos blocos previamente definidos. Assim, consideraram-se dois sistemas principais: o estrutural e o eletrônico. O sistema estrutural diz ao respeito do suporte mecânico do produto, a carcaça externa, e a interface com o usuário e os outros aparelhos que se conectam ao leitor. O segundo sistema contém três módulos relacionados com as partes eletrônicas do produto. A Tabela 4 resume esses sistemas e os seus módulos correspondentes. A alocação dos módulos do sistema eletrônico deve considerar a compatibilidade entre os mesmos. Aspectos como geração de calor, interferência eletromagnética, vibrações, etc. devem ser tomados em conta.

Tabela 4 – Subsistemas e módulos do produto.

Sistema	Descrição	Módulos
Estrutural	Suporte mecânico, carcaça e interface com usuário.	-
Eletrônico	Componentes eletrônicos relacionados ao funcionamento do leitor.	Controle e comunicação RF Energia

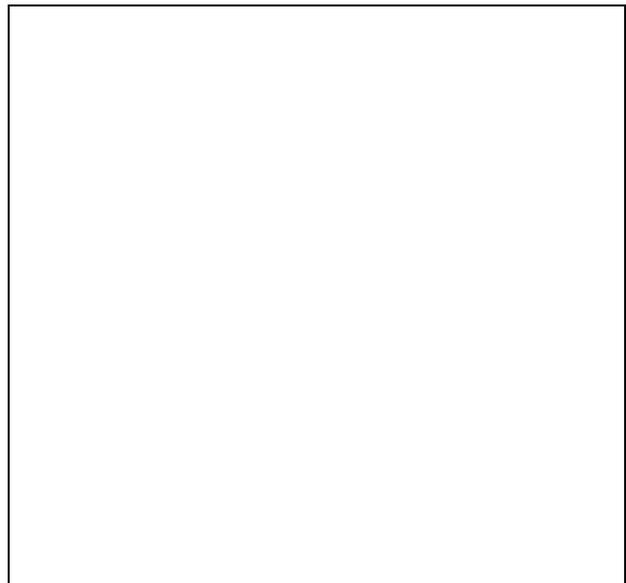


Figura 2 – Relação funcional e de fluxos entre os sistemas e módulos do produto.

4.2. Relacionamento entre sistemas e módulos

Em relação à interface entre os sistemas e entre os módulos, deve-se atentar para três aspectos básicos: o relacionamento físico, o relacionamento funcional e o relacionamento dos fluxos (CARPES, 2015). O relacionamento físico trata basicamente de questões de dimensões e disposição dos módulos. O mesmo deve ser estudado baseado nas especificações que relacionadas a questões estruturais do produto. Já o aspecto funcional do relacionamento entre os módulos diz sobre a qualidade e quantidade de entradas e saídas entre os módulos. Finalmente, no relacionamento de fluxos, é preciso definir a natureza do elemento a ser transmitido entre os módulos. Na Figura 2, ilustra-se de maneira simplificada o relacionamento funcional e de fluxos entre os diferentes módulos.

4.3. Esboço do produto

A primeira consideração quanto ao projeto do produto é o tamanho do leitor, o qual está relacionado à faixa de leitura dos *tags*. Nota-se, por exemplo, uma grande diferença em tamanhos entre os produtos comparados (os das empresas *Accura* e *Turk*). Testes em campo foram feitos com um exemplar do primeiro produto, os quais revelaram que a distância máxima de

leitura era de 1 metro, dependendo da orientação do *tag*, e estando próximo de diversos tipos de roupa, emulando assim um cenário real de uso. O resultado dessa distância é associado tanto à potência de transmissão quanto à configuração da antena, a qual apresenta um ganho de até 3 dBi e tem polarização circular (ACCURA, s.d.). Já o segundo produto descreve nas suas especificações técnicas uma potência de transmissão maior e uma antena com polarização linear baseada em um dipolo (UGROKIT, s.d.). Determinou-se, então, que uma combinação de antena com maior ganho e uma maior potência do sinal transmitido deveriam ser considerados para o leitor em estudo.

Os primeiros esboços do produto foram inspirados em desenhos de produtos similares de leitores RFID com capacidade de atingir maiores distâncias de leitura. Basicamente, um espaço dedicado somente para uma antena de maior tamanho, do tipo *patch* -a qual permite ganhos superiores a 6 dBi (BALANIS, 2005)-, polarização circular e orientação direta ao *tag* no momento da leitura, foram os aspectos levados em consideração.

Avaliou-se também ao leitor no *Modo Autônomo*. Pensou-se em uma interface minimalista, o suficientemente funcional para permitir ao usuário unicamente a leitura (e não escrita) de *tags*. Para definir os elementos da interface, utilizou-se uma metodologia de projeto de interface que consiste basicamente em três etapas: projeto de interação, projeto de layout e projeto iconográfico. A partir das primeiras duas etapas, foi determinado que um mínimo de dois botões e um LED RGB seriam suficientes para que o usuário realizasse a leitura dos *tags*. Um dos botões permitiria ligar/desligar o aparelho e escolher entre os modos de leitura (única e contínua), enquanto que o outro botão controlaria o início e fim da leitura. Os diferentes estados do leitor seriam indicados ao usuário a através do estado do LED:

- Desligado.- aparelho desligado;
- Verde.- aparelho ligado/ modo leitura única / *standby*. (pisca duas vezes quando realiza a leitura);
- Azul.- aparelho ligado/ modo leitura contínua / *standby*;
- Azul piscando.- aparelho ligado/ modo leitura contínua / lendo.

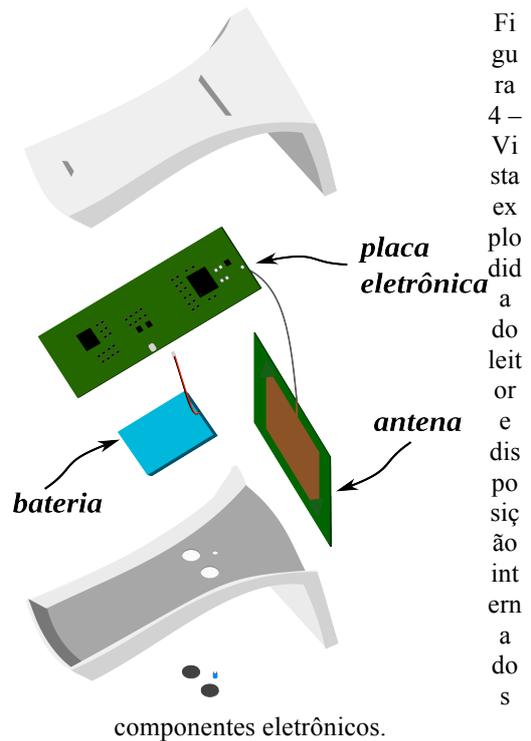
Modo Acoplado



Modo Autônomo



Figura 3 – Esboço do produto em ambos modos de uso.



Fi
gu
ra
4 –
Vi
sta
ex
plo
did
a
do
leit
or
e
dis
po
siç
ão
int
ern
a
do
s

Outras funcionalidades, tais como um *buzzer* como indicador complementar de leitura bem-sucedida, ou um pequeno *display* indicando o identificador do *tag* lido, ou o número total de *tags* lidos, poderiam também ter sido incluídas, porém não foram consideradas num primeiro momento devido ao foco em manter um projeto minimalista, similar ao produto CF H201 da empresa *Chafon* (CHAFON, s.d). Um esboço final do leitor em cada modo de uso é mostrado na Figura 3. No *Modo Acoplado*, um *smartphone* foi adicionado acima do leitor para melhor visualização do caso real de uso. No *Modo Autônomo* (sem *smartphone*), para fazer uso do leitor, o mesmo seria rotacionado em 180 graus, de maneira que a região frontal contendo a antena aponte para acima, e assim o usuário possa fazer uso dos botões de comando.

A disposição dos principais componentes do sistema eletrônico dentro do leitor podem ser apreciados na vista explodida da Figura 4. Mostra-se a placa eletrônica disposta axialmente, com a bateria sob ela. Também mostra-se o espaço e a disposição da antena.

4.4. Projeto segundo diretrizes

As principais diretrizes para o projeto do produto são segurança, estética, funcionalidade, ergonomia, sustentabilidade e produtividade (CARPES, 2015). No quesito segurança, o aparelho deve considerar aspectos como a potência irradiada máxima permitida, assim como a temperatura superficial máxima quando operado de maneira contínua. O primeiro refere-se às normas estabelecidas pela ANATEL para a faixa de frequências de UHF (ANATEL, 2008). É estabelecido que um leitor operando nessa faixa pode ter uma potência transmitida pico máxima de 1W para uma antena de até 6 dBi. Em

outras palavras, o leitor pode irradiar uma potência pico equivalente de até 4W ou 36 dBm.

Por outro lado, estima-se que trabalhando com potências de saída próximas ou maiores a 26 dBm, deve-se considerar o projeto para uma correta dissipação de calor dos elementos de potência (amplificador de potência do transmissor). Por exemplo, na estrutura do leitor, poder-se-ia incluir fendas na parte frontal de modo que haja circulação de ar. Também, dever-se-ia avaliar a dissipação de do elemento de potência na placa.

No quesito segurança, o projeto implica o projeto de uma estrutura e encaixe do sistema eletrônico interno de tal maneira a respeitar o índice de proteção contra agentes externos e quedas desejado. Isto está relacionado também aos materiais que serão escolhidos para fabricar a estrutura.

No quesito da estética do produto, considerou-se os critérios semânticos e simbólicos, ou seja, o que se queria comunicar ao usuário e a que tipo de usuário se pretendia atingir. Por tanto, dar-se-ia preferência por uma cor inteira de tom claro e acabamento superficial polido, assim como formas arredondadas e desenho moderno. O leitor deveria comunicar leveza, simplicidade de uso, robustez e inovação.

A funcionalidade do produto está relacionada ao fato do leitor poder ser utilizado pelo usuário de maneira simples, eficaz e intuitiva. Isto já foi levado em consideração no projeto da interface no *Modo Autônomo*. Também, nesse modo, a estrutura do leitor contemplaria um formato arredondado próximo aos botões de comando, sendo dessa maneira mais fácil para o usuário de o segurar odorante a leitura utilizando somente uma mão. No *Modo Acoplado*, a conexão foi considerada através do conector micro USB. Este conector ofereceria um suporte mecânico para o *smartphone* na parte inferior. Além disso, o leitor deveria contar com mais uma trava de segurança no extremo oposto superior. A mesma deve ser capaz de se adaptar ao tamanho do *smartphone* de acordo com alguns modelos comerciais previamente definidos.

Os aspectos ergonômicos levam em consideração a postura do usuário durante a operação do leitor. Assim sendo, verificou-se que, na maioria dos casos, o usuário deveria realizar a leitura de *tags* distantes e portanto tenderia a esticar o braço quase por inteiro. Nessa linha de raciocínio, a localização reservada para a antena foi na parte frontal, disposta perpendicular ao plano da mão segurando o leitor, facilitando ao usuário apontar ao alvo desejado.

Por último, considerou-se que os aspectos de produtividade e sustentabilidade estão relacionados, uma vez que o sistema estrutural deve ser feito de material que, por um lado, facilite a produção do molde para a carcaça do leitor, e por outro lado, facilite a sua montagem, o seu descarte e a sua reciclagem. Portanto, considerou-se que o material deveria ser de tipo termoplástico. A escolha do material específico deve ainda avaliar questões como facilidade de projeto do molde, resistência mecânica e térmica.

4.5. Viabilidade comercial

4.5.1. Investimento Inicial

O cálculo do investimento inicial leva em consideração o tempo de execução do projeto e a complexidade do projeto. Na estimativa de custos de recursos humanos, considerou-se o cenário de contratação de três (03) engenheiros, sendo um deles o líder do projeto, com conhecimento em *design* de produto, e cada um dos dois restantes especialistas em *hardware* e *software*, respectivamente. Previu-se a todos trabalhando durante um tempo de 6 meses com um salário médio de R\$ 7.000,00/mês mais encargos sociais. Incluiu-se também um gerente do projeto com uma dedicação aproximada de 8 horas por semana. Para o cálculo dos demais custos, considerou-se gastos em insumos, fabricação do molde, fabricação e testes de um lote piloto, testes de conformidade para homologação do leitor e finalmente um percentual para gastos administrativos e de infraestrutura. Particularmente, o custo do molde foi consultado a uma empresa local, a qual providenciou um valor estimado a partir do esboço do produto e das considerações de projeto segundo as diretrizes elencadas previamente. A Tabela 5 mostra os cálculos e o resultado final obtido. A partir deste resultado, e considerando um percentual de erro, estima-se que um mínimo de aproximadamente R\$ 500.000,00 deveria ser investido para o desenvolvimento do produto.

Tabela 5 – Cálculo de investimento inicial para desenvolvimento do produto.

Tipo de custo	Valor
RH	R\$ 278.640,00
Insumos / materiais	R\$ 10.000,00
Molde	R\$ 50.000,00
Lote piloto	R\$ 100.000,00
Homologação	R\$ 30.000,00
Administrativo / Infraestrutura	+ % 5
Total	R\$ 492.072,00

4.5.2. Custo de produção do sistema eletrônico

Baseado nas informações obtidas a partir da inspeção dos produtos das empresas *Accura* e *Turk*, fez-se um levantamento de custos do sistema eletrônico, como mostra a Tabela 6. Verificou-se que o custo mais significativo é o do chip de RFID somado aos custos de importação. Este fato abre discussão para a possibilidade de desenvolvimento nacional deste chip, uma vez que pode ser uma estratégia válida a meio/longo prazo.

4.5.3. Tempo de retorno ao investimento

Mostra-se na Tabela 7 que, levando em consideração os custos variáveis totais de produção do produto e

assumindo um percentual de despesas (custos fixos), chega-se num custo total aproximado de produção do leitor de R\$ 1.011,46. Em seguida, assumindo um preço de venda de R\$ 1.700,00, comparável ao preço do produto da *Turk* no mercado nacional (~US\$ 500), estimou-se uma lucratividade maior a 15% por unidade.

Tabela 6 – Cálculo de custo de produção estimado do sistema eletrônico

Componentes	Quantidade	Valor total
<i>Potência</i>		<i>US\$ 16</i>
Bateria	1	US\$ 10
Regulador	2	US\$ 6
<i>RF</i>		<i>US\$ 63,23</i>
Chip RFID	1	US\$ 50
Balun	2	US\$ 0,5
Amplificador de potência	1	US\$ 2
Acoplador	1	US\$ 0,93
Filtro passabaixas	1	US\$ 0,4
Comp. passivos RF	10	US\$ 4
Comp. passivos	40	US\$ 4
Conector UFL	1	US\$ 1
XTAL	1	US\$ 0,4
<i>Processamento</i>		<i>US\$ 9</i>
Microcontrolador	1	US\$ 6,5
XTAL	1	US\$ 0,5
Comp. passivos	20	US\$ 2
<i>Outros</i>		<i>US\$ 10</i>
<i>Total Componentes</i>		<i>US\$ 89,23</i>
Total Componentes + PCI + Produção + Impostos + Frete		US\$ 237,69 (R\$ 831,92)

Finalmente, verifica-se a partir da Tabela 8 que, considerando um investimento inicial de R\$ 500 mil e 1000 unidades vendidas por ano, o tempo do retorno ao investimento (*payback*) é de quase dois anos. Também, a rentabilidade do projeto foi calculada em 53% aproximadamente. A partir destas cifras, e partindo das premissas consideradas e detalhadas anteriormente, pôde-se indicar que o leitor é comercialmente viável.

Tabela 7 – Cálculo de lucratividade por leitor vendido

<i>Custos Variáveis</i>	<i>R\$ 919,51</i>
Placa	R\$ 831,92
Peça injetada	R\$ 4,00
Outros adicionais	+% 10
<i>Custos Fixos</i>	<i>% 10 de CV</i>
<i>Custos totais por unidade</i>	<i>R\$ 1.011,46</i>
Preço de venda	R\$ 1.700,00
Impostos	25 % PV
Lucro por unidade	R\$ 263,54
Lucratividade por unidade	% 15,5

Tabela 8 – Cálculo do retorno ao investimento do leitor

Investimento Inicial	R\$ 500.000,00
Unidades vendidas por ano	1000
Faturamento em um ano	R\$ 1.700.000,00
Lucro total em um ano	R\$ 263.538,62
Payback (anos)	1,9
Rentabilidade	% 15,5

5. CONCLUSÕES

Neste documento, foi realizado o estudo de viabilidade técnica e comercial de um leitor portátil de etiquetas de RFID na faixa UHF como produto para o setor de varejo. Os índices de mercado neste setor são positivos e marcam uma forte tendência ao crescimento. Após uma análise de produtos relacionados, vislumbrou-se como oportunidade o desenvolvimento nacional de um leitor portátil de baixo custo. Nesse nicho, identificaram-se alguns produtos similares de tipo *sled*, ou seja, que podem ser acoplados a *smartphones* e são operados através dos mesmos. Finalmente, identificou-se também que não existe no mercado um leitor que possa ser acoplado ao *smartphone* mas que também tenha autonomia de funcionamento.

Baseado nas especificações técnicas e requisitos funcionais levantados até o momento, e também aos dados técnicos dos produtos concorrentes aos que se teve acesso, conclui-se que o projeto é viável tecnicamente. O desenvolvimento do produto assume uma equipe técnica experiente e adequada coordenação técnico-gerencial do projeto. No quesito comercial, a estimativa realizada no estudo revelou um tempo de retorno ao investimento menor a dois anos e uma rentabilidade maior a 50%. Assim, conclui-se que o produto é também comercialmente viável.

Por último, verificou-se que grande parte do custo total de fabricação do produto advém do custo do chip leitor RFID comercial e dos custos de importação associados. Portanto, sugere-se como etapa posterior a esse estudo, a realização de uma análise sobre a possibilidade de incluir o desenvolvimento nacional de um chip leitor RFID no cronograma de longo prazo do desenvolvimento desse produto. Uma estratégia sugerida seria o desenvolvimento desse chip em paralelo ao lançamento do mercado do leitor com o chip comercial. Este chip pode servir não só para o leitor portátil em estudo, mas para leitores fixos em geral, de modo a alavancar a produção nacional de *hardware* relacionado ao setor de RFID.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq pelo suporte financeiro da compra do equipamento *Arete Pop* para os testes em campo. Agradecemos também aos senhores Murilo Pessatti e Marco Carbonari pelas informações outorgadas durante as entrevistas, e aos senhores Tiago Pasqualotto e Ederson Berti pela ajuda com as informações para a estimativa de custos de produção.

REFERÊNCIAS

ANATEL, **Resolução nº 506, de 1º de julho de 2008.**

Disponível em: <www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2008/104-resolucao-506>

ACCURA, **Arete Pop.** Disponível em: <www.acura.com.br/en/arete-pop-dongle.html>

ASREADER. Disponível em: <www.asreader.com>

AUTOFIND. Disponível em: <www.autofind.com.br>

BALANIS, C., *Antenna Theory: Analysis and Design*. 3ra edição: John Wiley & Sons. Inc., 2005.

BRID. Disponível em: <www.brid.com.br>

CARPES, W., **Introdução ao Projeto de Produtos**, Bookman, 2015.

CEITEC – SA, **Manual técnico do CTC13001.** Disponível em: <www.ceitec-sa.com/produtos/Lists/Produtos/Attachments/2/CTC13001.pdf>

CHAFON, **CF H201.** Disponível em: <www.chafon.com/productdetails.aspx?pid=550>

CHAFON, **CF RU5108.** Disponível em: <www.chafon.com/productdetails.aspx?pid=486>

CHAIRLINK RESEARCH, *RFID 2015 - 2021 Forecast Report*, 2015. Disponível em: <www.clresearch.com/home>

CONTROL-UP. Disponível em: <www.control-up.com/home2>

DAS, R. e HARROP, P., *RFID Forecasts, Players and Opportunities 2016 – 2026*, slides webinar, 2015. Disponível em:

<www.idtechex.com/research/reports/rfid-forecasts-players-and-opportunities-2016-2026-000451.asp>

DOBKIN, D., *The RF in RFID: Uhf rfid in practice*, 2da Edição, Elsevier, 2012.

ELAETEC. Disponível em: <elatec.com.br/index.html>

FARSENSE, **Andy1000.** Disponível em: <www.farsens.com/en/products/andy100>

GS1, **EPC/RFID.** Disponível em: <www.gs1.org/epc-rfid>

GS1, *Regulatory status for using RFID in the EPC Gen2 band (860 to 960 MHz) of the UHF spectrum*, July 2nd, 2016. Disponível em: <www.gs1.org/docs/epc/UHF_Regulations.pdf>

GS1, *Item Level RFID Workgroup.* Disponível em: <www.gs1us.org/industries/apparel-general-merchandise/workgroups/item-level-rfid>

HITACHI CHEMICAL, *Ultra Small Package Tag.* Disponível em: <www.hitachi-chem.co.jp/english/products/ppcm/014.html>

INVENGO, **XC-AT188.** Disponível em: <invengo.com/wp-content/uploads/2017/07/Invengo-XC-AT188_v16.pdf>

MOYA, J; RIANO, F e DE SOUSA, F., *Miniaturized Low-Power Radio Frequency Identification Tag Integrated in CMOS for biomedical applications*, em *1st Int. Symp. Instrumentation Systems, Circuits and Transducers*, INSCIT, BH, 2016.

PENG, Q. et al., *A Low-Cost UHF RFID System With OCA Tag for Short-Range Communication*, em *IEEE Trans. on Industrial Electronics*, vol. 62, no.7, pp. 4455-4465, 2015.

PHYCHIPS, **antena QUBE.** Disponível em: <www.phychips.com/product-antenna>

RFIDBRASIL. Disponível em: <www.rfidbrasil.com>

RFIDCOE, **Centro de Excelência em RFID.** Disponível em: <www.rfid-coe.com.br/default.aspx>

SMART TERMINAL, **Smart-R400.** Disponível em: <www.smarterminal.com/sub/products_1.asp?id=23>

UGROKIT. Disponível em: <www.ugrokit.com>

ZHAO, B.; NAI-CHUNG, K. e NIKNEJAD, A., *An inductive-coupling blocker rejection technique for miniature RFID tag*, em *IEEE Trans. Circuits and Systems I: Regular Papers*, vol. 63, no.8, pp. 1305-1315, Aug. 2016.

APÊNDICE

Tabela 9 – Especificações técnicas do leitor

Produto: Leitor RFID UHF portátil e de baixo custo							
Tipo de Requisitos	Requisitos	Especificações	Unidades	Espec. Concorrente A	Espec. Concorrente B	Valor alvo	
Segurança	Seguro para o operador Robusto ao manejo e ambiente	Potência de radiada max. considerando antena Temperatura de autoaquecimento na superfície IP Rating Temperatura de operação umidade relativa de operação	dBm °C IP °C %	<25 - - 0 - 40 -	<30 - - - -	<36 <45 >54 0-40 <95	Selo ANATEL IP65 sugerido sem condensação
Estética	Portátil / pequenas Dimensões Leve Textura e cor similar à de smartphones Semântica: moderno	Area Espesura Massa Acabamento superficial Cor Formato	mm^2 mm g - - -	51 x 50 (without plug), 51 x 67.5 (with plug) 15 35 polido monocromático cuadrado, pontas arredondadas	153 x 95 38 170 semi rugoso monocromático poliédro formato martelo, pontas menos arredondadas	80 x 80 20 80 polido harmonia monocromática poliédro, arredondado	
Sustentabilidade	Durabilidade	Vida útil total	anos	-	-	>10	
Funcionalidade	Leitura desde uma distância razoável para vários tipos de produto Identificar vários objetos numa leitura só Duração de um dia de trabalho Facil manejo	Alcance máximo com tag instalado em produto Polarização da antena Coeficiente de reflexão da antena Frequência de operação Capacidade de armazenamento de dados Autonomia em modo leitura Autonomia em <i>stand-by</i> Capacidade da bateria Conexão ao celular Compatibilidade	m tipo dB MHz # tags horas horas mAh número tipo de porto tipo de SO	1 circular <-20 902-928 - 2 17 360 1 áudio IOS e Android	3 linear - 900-930 - 2 - 1800 1 IOS and Android phones & tablets, Windows 8 tablets	>3 - - 900 - 930 >10000 >2 >16 1800 1 - IOS e Android	Verificar tamanho disponível Armazenar suficientes dados no modo independente Considerar USB ou BT
Ergonomia	Fácil Manejo	Indicador visual de operação	-	LED ativo durante leitura	-	LED ativo durante leitura	Verificar interface no modo independente
Outros	Baixo investimento	Preço prateira	US\$	149	500	<500	Comparável ao leitor de código de Barra