



ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E COMERCIAL DE TRANSMISSOR E RECEPTOR SEM FIO PARA CÂMERAS DE SEGURANÇA *FULL HD*

Jeferson Ricardo de Almeida¹, Samir Bonho²

Resumo: Este documento aborda o estudo de viabilidade técnica e comercial de um transmissor e receptor do tipo sem fio para câmeras de vídeo, voltado para clientes de projetos de CFTV de pequeno e médio porte. Constatou-se que não possuem produtos similares ao proposto ofertados no país, sendo os existentes desenvolvidos por empresas estrangeiras. Portanto, foi proposto o desenvolvimento desse *transceiver* como uma alternativa para projetos onde a infraestrutura existente não possibilite a instalação/passagem de novos cabos. Foram determinados conceitos mecânicos para instalação do transmissor, possibilitando a instalação em parede ou teto. Os principais requisitos que determinaram as especificações técnicas foram levantados, assim como foram analisados os aspectos chaves para o projeto. Finalmente, foi concluído que o transmissor e receptor sem fio para a transmissão de vídeo de câmeras de vídeo Full HD é viável tanto técnica como comercialmente.

Palavras-chave: CFTV. *Transceiver*. Estudo de viabilidade.

Abstract: *Most of all CCTV solutions use confined space such as wire cables for video transmission. This is true for several surveillance products around the globe. In spite of many advantages using a wired connection, the cost of the installation at different scenarios may be less affordable than using wireless links to transmit the video. This document shows the technical and financial feasibility of a wireless transmitter and receiver for Full HD video cameras used in CCTV systems. It was checked, after a revision of commercial video camera systems, that there are few available options for this kind of wireless solution. The main technical specifications were pointed: transceivers, encoders, communication protocol, design and mechanical features. Also, an estimated unit cost, net profit and payback period were given. Finally, it is concluded that the proposed solution is feasible both technically and financially.*

Keywords: CCTV. *Transceiver*. Technical and financial feasibility study.

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

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

1 INTRODUÇÃO

As câmeras de CFTV analógicas, sejam de baixa ou alta resolução “HD”, foram projetadas com um conector BNC de saída especificado para transmissão em cabo coaxial. Este meio de transmissão foi o muito usado por muitos anos no mercado de CFTV por possuir algumas variações “RG/59, RG/6 e RG/11”. Estas proporcionam ao usuário maiores distâncias de transmissão em função da variação da quantidade de matéria utilizado no condutor e maior proteção contra interferências eletromagnéticas externas, em função do percentual de malha do cabo. A derivação deste cabo denominado “coaxial bipolar” alavancou o crescimento deste meio de transmissão. Além da transmissão do sinal de vídeo através do cabo coaxial foram acrescentados dois novos condutores em paralelo ao meio existente, para que o usuário também pudesse conectar uma fonte para alimentação do dispositivo “câmera”.

A criação na década de 90 do meio de transmissão cabo de par trançado (UTP) permitiu a evolução e padronização de sistemas de cabeamento estruturado. Os principais players do mercado nacional, dentre estes o fabricante Intelbras, dispõe de um portfólio completo de produtos (INTELBRAS, 2017a), que realizam o casamento de impedância para o uso deste meio de transmissão para comunicação entre câmeras e DVRs. A

grande maioria dos novos projetos de sistema de CFTV tem optado por trabalhar com cabo UTP em função dos seguintes benefícios (PROTECNOS, 2017):

- a) facilidade de manutenção, pois praticidade para crimpagem dos conectores nas terminações do cabo;
- b) possibilita a transmissão de até 4 câmeras em um único cabo, pois cada sinal de vídeo precisa de apenas um único par para transmissão e o cabo UTP dispõe de 4 pares.
- c) possibilita a aplicação da padronização de cabeamento estrutura para o sistema de CFTV, o que permite mudanças, manutenções e implementações de maneira bastante rápida, segura, eficiente e controlada.

Para o uso deste meio é necessário realizar um o uso de um *balun* de vídeo, acessório responsável por realizar o casamento de impedância do sinal gerado pela câmera de segurança que é um sinal não balanceado de $1 V_{pp}$ e 75Ω para o cabo UTP de 100Ω .

O mercado de produtos eletrônicos tem evoluído rapidamente e grande parte dos sistemas existentes que utilizavam meios físicos confinados para transmissão estão passando por atualizações. A comunicação com seus periféricos, que até então era cabeada, tem sido atualizada para comunicação sem fio. Pode-se fundamentar esta constatação analisando o portfólio do fabricante Dahua, segundo maior fabricante mundial de equipamentos de vídeo-vigilância (A&S INTERNATIONAL EDITORIAL, 2017), que possui uma linha completa de *kits* de monitoramento IP com comunicação Wi-Fi (DAHUA TECHNOLOGY, 2017b), produtos estes os quais a aplicação/instalação dependiam de um meio físico para comunicação.

Motivados pelas evoluções apresentadas e tendências do mercado, independentemente do tipo de protocolo de comunicação ou da tecnologia utilizada para transmissão sem fio, este trabalho propõe um estudo de viabilidade técnica e comercial de um dispositivo que realize a transmissão/recepção sem fio do sinal de vídeo de câmeras de segurança.

1.1 Panorama geral do mercado de CFTV

O mercado de CFTV é subdividido nas seguintes categorias.

- a) **Kit de câmeras wireless e visualização realizada através de monitor wireless que atua como receptor.** Este tipo de sistema não possui compatibilidade com outros receptores (*recorders*/monitores) *wireless*. Foi desenvolvida para comunicação específica entre transmissor e receptor fornecidos no *kit*.
- b) **Câmera Wi-Fi e visualização realizada por aplicativo instalado em celular.** Este mercado de aplicações *smart home* vem crescendo constantemente. São produtos que facilitam a vida do usuário pela mobilidade e facilidade quanto a instalação/configuração dos dispositivos. Este tipo de sistema não possui compatibilidade com outros aplicativos receptores, foi desenvolvida para comunicação específica entre transmissor (câmera Wi-Fi) e o aplicativo do fabricante.
- c) **Sistema de CFTV digital cabeado.** Este é o tipo de sistema de segurança mais difundido no mercado, o advento das câmeras digitais de alta resolução impulsionou e aqueceu novamente este mercado. É um sistema *plug and play*, de fácil instalação de alta confiabilidade em função do meio físico cabeado. É composto de um transmissor (câmeras de vídeo) e de um receptor (gravador de vídeo).
- d) **Sistema de CFTV IP.** É o sistema em maior expansão e que em breve irá liderar o setor de sistemas de segurança, por ser um dispositivo inteligente (possui funções de análise de vídeo embarcada) e pela praticidade de poder ser instalado em qualquer rede de dados. O usuário poder realizar a visualização em tempo real através de um navegador ou *smartphone*. Outra grande vantagem deste sistema é que não é necessário o uso de um gravador digital de vídeo para que seja realizada a gravação das imagens. Pode realizar a gravação em nuvem e alguns modelos de câmera possuem entrada para cartão SD para armazenamento das imagens captadas.
- e) **Sistema de CFTV para monitoramento veicular.** Sistema desenvolvido para otimizar o monitoramento de frotas, pois ajuda no controle comportamental dos funcionários e na obtenção de informações importantes, quanto a assaltos, depredações e problemas que possam ocorrer durante o uso do veículo. Este sistema é composto de uma câmera de vídeo e DVR veicular para gravação das imagens, ambos são submetidos a rígidos testes de validação mecânica em função das condições de alta instabilidade mecânica em que são instalados.

1.2 Principais *players* no mercado nacional e mundial

A conceituada revista A&S, divulga anualmente um ranking “*Security 50*” (A&S INTERNATIONAL EDITORIAL, 2017), com os maiores fabricantes mundiais por receita de vendas de produtos, lucro bruto e margem de lucro. Os fabricantes Hikivision (1º lugar) e Dahua (2º lugar) são listados com os maiores fabricantes mundiais na categoria de *Video Surveillance*. O fabricante Dahua possui, em seu portfólio de produtos, *kits* de monitoramento sem fio, composto por câmeras e DVRs já com módulos Wi-Fi acoplados (DAHUA TECHNOLOGY, 2017a) e algumas empresas de menor porte, por exemplo o fabricante FOSCAM (FOSCAM, 2017), já apresentam este tipo de solução em seu portfólio de produtos. Analisando o mercado internacional, podemos constatar que existe uma forte tendência mundial na fabricação de câmeras e DVRs com comunicação Wi-Fi.

Nos principais *players* do mercado nacional, Intelbras e Hikivision, não foram encontrados produtos similares à solução aqui proposta.

2 PROJETO INFORMACIONAL

2.1 Definição do problema

Alguns cenários de instalação de sistemas CFTV não possibilitam a passagem de cabos para conexão das câmeras aos gravadores de vídeo. Por esta razão existe uma demanda de transmissores/receptores sem fio.

Uma solução já consolidada no mercado e que pode atender esta demanda é a utilização de câmeras IP. Todavia, em função do seu alto custo, deixa de ser utilizada em grande parte dos projetos que necessitam bom custo-benefício, ou seja, uma boa resolução de imagem com um custo adequado, e que não necessita das funções disponibilizadas por este tipo de sistema autônomo.

Um exemplo de instalação com bom custo-benefício é sistema analógico de CFTV que faz uso das câmeras Full HD. Como o sistema de CFTV analógico é 100% cabeado, existem cenários que não suportam a passagem de fiação para comunicação e para este tipo de situação propõe-se o uso destes acessórios, transmissor/receptor sem fio para envio das imagens capturadas em tempo real para o gerenciador de vídeo. Outra praticidade que motiva o uso deste tipo de acessório é a mobilidade que o sistema disponibiliza para o usuário. Por se tratar de um sistema móvel o usuário pode mudar constantemente as câmeras instaladas de modo a satisfazer a condição de monitoramento desejada.

2.2 Potenciais clientes

Pode-se dividir os clientes em duas categorias: clientes de projetos de CFTV de pequeno porte e de médio porte.

Os projetos de CFTV de pequeno porte são direcionados para clientes que já possuem infraestrutura limitada, que não permite a instalação de novos dutos ou passagens de novo cabeamento para um sistema de monitoramento. Aqui entram lojas ou empreendimentos móveis (ex. *food trucks*). Por se tratar de um sistema móvel o usuário pode mudar constantemente as câmeras instaladas de modo a satisfazer a condição de monitoramento desejada.

Os potenciais clientes de projetos de CFTV de médio porte são empresas privadas, edifícios comerciais, instituições de ensino, prédios governamentais etc. Assim como os clientes de pequeno porte, alguns destes clientes também terão infraestrutura limitada, que não permite a instalação de novos dutos ou passagens de novo cabeamento para um sistema de monitoramento. Para este tipo de clientela, um ponto atrativo é a economia quanto ao custo de instalação e de cabeamento, em função da necessidade de monitoramento de grandes perímetros, já que num cenário usual deste grupo de cliente, as câmeras de vigilância costumam ficar a grandes distancias da sala de controle/monitoramento.

2.3 Requisitos do produto

A lista de requisitos pode ser determinada respondendo às seguintes perguntas (CARPES JR., 2014): Quais são as necessidades, expectativas e desejos do consumidor que o produto deve contemplar? Que características o produto deve ter?

Pode-se responder à primeira pergunta, observando como é realizada a instalação dos projetos de CFTV analógicos. Constata-se que todos os produtos e acessórios são dispositivos *plug and play*, não é necessária a realização de qualquer configuração, apenas a crimpagem dos conectores nas extremidades do cabeamento, fixação do suporte acoplado ao dispositivo de captação de imagem (câmera) e acondicionamento do *balun* de vídeo em uma caixa de passagem quando utilizado este acessório em cenários com cabo UTP. Portanto, o produto deve ser *plug and play* e possuir caixa para acondicionamento dos acessórios e conectores que fazem a conexão entre os dispositivos.

Para responder ao segundo questionamento, foram observados os cenários de aplicação do produto, os requisitos funcionais e não-funcionais do sistema foram identificados:

- a) gabinete de produção moderno e pouco complexo;
- b) peso e dimensões que possibilite a fácil fixação;
- c) deve ser capaz de ser instalado ao lado de pontos de energia;
- d) cor branca, para que harmonize com a cor predominante no maior percentual de câmeras de segurança;
- e) robusto ao manejo e ao ambiente de operação;
- f) o transmissor e o receptor devem atender a norma IP65;
- g) proporcionar bom alcance de transmissão/recepção em ambientes fechados e abertos;
- h) o transmissor poderá ter uma máxima potência transmitida de pico de 400 mW (26 dBm);
- i) o alcance mínimo em linha de visada direta deve ser de 30 m ;
- j) o alcance mínimo em ambientes confinados deve ser de 12 m ;
- k) alimentação do sistema através de ponto de rede elétrica com tensão $220/110\text{ V}$, 60 Hz .

2.4 Benchmarking

2.4.1 Sistemas sem fio no mercado

Realizada a pesquisa e levantamento das soluções compatíveis com o produto em análise, evidenciou-se que as primeiras soluções propostas no mercado nacional eram *kits* de monitoramento sem fio. Um exemplo deste é o produto da empresa Intelbras (modelo EHM 608) (INTELBRAS, 2017b). Existem também transmissores e receptores *AV Wireless*, amplamente utilizados para a transmissão do sinal AV de um televisor para outros televisores contidos em um mesmo ambiente. Um exemplo deste é o produto modelo PAT-380 da empresa PAKIT (PAKIT, 2017).

Constatou-se também que o segundo maior fabricante mundial de câmeras e gravadores de segurança (Dahua) passou a dispor em seu portfólio de produtos, câmeras com módulo e antena sem fio acoplados ao case mecânico. Este fato demonstra uma forte tendência mundial quanto à expansão de acessórios e de câmeras de segurança sem fio. Por último, foi encontrado o único produto que tem similaridade como o acessório proposto neste artigo, que é a transmissão e recepção do sinal de vídeo sem fio, nas resoluções de vídeo HD e Full HD. O sistema visto é composto por dois produtos: (transmissor) QARA-CVI e o receptor EVIF-Multi-quick-start (DEKAPE, 2017).

2.4.2 Patentes relacionadas

Realizou-se uma busca por patentes existentes no mercado nacional através do Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI (INPI, 2017), relacionadas ao produto anteriormente citado e não foram encontrados pedidos ou patentes relacionadas no Brasil. Além disso, não se encontraram patentes depositadas no país sobre outros sistemas similares.

2.5 Lista de especificações

As especificações técnicas do transmissor e receptor sem fio proposto foram determinadas a partir da observação das características dos produtos similares ofertados no mercado e dos requisitos mencionados no tópico 2.3. Foram selecionados para a composição do quadro, os dois produtos com maior relação ao produto em estudo. O Quadro 1 apresenta a lista com os valores alvos definidos para o sistema sem fio e especificações dos outros dois produtos similares para comparação. O produto “A” se refere ao produto de modelo QARA CVI, enquanto o produto “B” refere-se ao modelo PAT-380.

3 PROJETO CONCEITUAL

3.1 Função principal e modos de uso

A função global do produto é transformar câmeras Full HD, que necessitam de um meio cabeado para transmissão do sinal de vídeo, em câmeras *wireless*. O sistema englobará um transmissor conectado à câmera e um receptor conectado ao gravador digital de vídeo. Esta solução de radiocomunicação é de uso específico para sistemas de monitoramento.

Quadro 1 – Especificações técnicas do transmissor e receptor sem fio.

Produto: Transmissor e Receptor sem fio para câmeras de segurança Full HD							
<i>Tipo de Requisitos</i>	<i>Requisitos</i>	<i>Especificações</i>	<i>Unidades</i>	<i>Espec. Concorrente A</i>	<i>Espec. Concorrente B</i>	<i>Valor alvo</i>	<i>Obs.</i>
Entrada de vídeo (Transmissor)	Conectores de conexão para câmera	Conector BNC macho e P4 macho	-		RCA	1 entrada de vídeo	
Saídas de vídeo (Receptor)	Conectores de conexão para o DVR	Conector BNC fêmea	-		RCA	4 saídas de vídeo	
Número de canais				16			
Resolução de vídeo	Compatibilidade com todas as resoluções do mercado	CIF, D1, VGA, WD1, HD, 960H, Full HD	-			CIF, D1, VGA, WD1, HD, 960H, Full HD	
Tecnologias de vídeo	Compatibilidade com todas as tecnologias do mercado	HDCVI, AHD, HDTVI	-	HDCVI, AHD, HDTVI	PAL/NTSC	HDCVI, AHD, HDTVI	
Taxa de frames	Taxa máxima por canal de acordo com a resolução utilizada	-	fps	1080p/25fps, 960p/720p/25fps	-	1080p/25fps, 960p/720p/25fps	
Modulação			-	OFDM	-	OFDM	
Potência de transmissão			-	500mW		400mW	
Criptografia de transmissão				64, 128-bit, WPA2-PSK		-	
Frequência de operação				ETSI, EU: 5180-5320 MHz, 5470-5725 MHz, FCC: 5725 – 5850 MHz	2.4 GHz	2.4 GHz	
Sensibilidade					-90 dBm		

3.2 Subsistemas

A descrição dos blocos ou subsistemas do produto é mostrada na sequência:

- Estrutural:** bloco que realiza a proteção do transmissor e receptor *wireless*. Poderá ser de plástico ou metálico, esta definição está atrelada ao tipo de antena que será utilizada, se interno ou externo ao gabinete de proteção.
- Energia:** bloco que realiza o ajuste do nível de tensão ou conversão necessária para os demais blocos.
- Controle:** bloco responsável pela lógica de transmissão da saída de dados do *codec* de vídeo para o transceptor quando operando como transmissor, e se operando como receptor, responsável pelo recebimento do *payload* do *transceiver* para o *decoder*, que irá transferir os dados ao gravador.
- Transceptor RF:** bloco que contempla a transmissão e recepção dos dados. Este bloco consiste em dois sub-blocos principais: módulo RF e antena.

As particularidades da implementação de cada bloco serão avaliadas numa etapa posterior (projeto detalhado) após a conclusão da viabilidade técnica e comercial do produto. Todavia, existem opções correspondentes a estes blocos que serão vistas nesta etapa.

3.2.1 Avaliação de alternativas

Pode-se ver, na Tabela 1, três parâmetros selecionados a partir dos subsistemas listados anteriormente. Para cada um deles, duas ou mais alternativas foram comparadas seguindo o método de Pugh, ferramenta que consiste em comparar soluções entre si, em relação a critérios previamente estabelecidos (CARPES JR., 2014).

Tabela 1 – Resultado da avaliação de alternativas de rede sem fio.

Baseline: 0	Peso	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Alcance	2	=	-	-
Segurança	1	+	+	+
Data Rate	3	-	+	++
Fabricantes	2	=	=	--
Custo	1	+	=	-
Escalabilidade	1	=	=	=
Consumo de energia	1	-	-	-
		-2	1	-1

Legenda:

- Alt. 1: IEEE802.11b.
 Alt. 2: IEEE802.11n.
 Alt. 3: IEEE802.11ac.

O primeiro parâmetro do sistema a ser avaliado foi o padrão de rede sem fio a ser utilizado, conforme detalhado na Tabela 1. O sistema 802.11n foi escolhido pois possui uma técnica de acesso ao meio mais eficiente, transmissão-recepção em diversidade e alta taxa de transferência, requisitos estes necessários para realizar uma melhor comunicação do elevado número de dados obtidos do sistema (TELECO, 2017a).

O segundo requisito a ser avaliado foi o tipo de *codec* de vídeo a ser utilizado. Buscou-se um *codec* que realiza uma maior compressão de dados, ocasionando uma menor taxa de dados transferidos na rede sem fio (*throughput*) (ACADEMIA CCNA, 2017). Pode-se constatar na Tabela 2, através do método de Pugh, que o parâmetro que melhor atende a este requisito é o *codec* de compressão H.264.

Tabela 2 – Resultado da avaliação de alternativas de codec de vídeo.

Baseline: 0	Peso	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Taxa de compressão de dados	3	+	+	++
Formatos de imagem permitidos	3	+	++	++
Comunicação em tempo real	2	+	+	+
Aplicações com alta taxa de dados	1	+	+	++
Adequado para qualquer plataforma	1	-	++	++
Latência	1	=	=	=
		8	14	18

Legenda:

- Alt. 1: MPEG-2.
 Alt. 2: MPEG-4 PARTE 2.
 Alt. 3: H.264(MPEG4-PARTE 10/AVC).

Por último, foi analisado o protocolo de comunicação adequado para realizar a comunicação entre os blocos (Tabela 3), que poderia suportar as altas taxas de dados gerados pelo *encoder/decoder*. O protocolo USB 2.0 foi escolhido em função da sua taxa de comunicação de até 480 *Mbit/s*, o suficiente para que não ocorra o *overflow* do sinal.

Tabela 3 – Resultado da avaliação de alternativas de protocolo de comunicação.

Baseline: 0	Peso	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Taxa de comunicação	3	+	++	+++
Sentido de transmissão	2	=	=	-
Tensão do protocolo	1	=	=	=
Número de fios	1	=	=	=
		3	6	9

Legenda:

Alt. 1: UART.

Alt. 2: SPI.

Alt. 3: USB 2.0.

É válida uma ressalva sobre a análise do protocolo de comunicação entre os blocos: apesar dos *encoders* estudados oferecerem tecnologias com altas taxas de transferência (USB, HDMI etc.), os *chipsets* que implementam a rede de transmissão sem fio não possuem estes padrões. O alto *throughput* seria direcionado ao transceptor através do protocolo SPI, segunda opção da tabela, pois a interdependência entre as tabelas não foi julgada neste quesito.

3.3 Cenário de aplicação

Como mencionado na seção 2, o sistema proposto seria aplicado na monitoração de ambientes considerados de pequeno porte e de médio porte. Os requisitos de alcance da rede, 30 *m* em visada direta e 12 *m* em construções *indoor*, foram especificados com base na área monitorada.

Para uma melhor análise, pode-se levar em conta as potências de transmissão e sensibilidade dos transceptores IEEE802.11 estudados como opções de comunicação. O SPWF04SC, da ST Microelectronics, por exemplo, possui potência de envio máxima de 13,7 *dBm* e sensibilidade de recepção de -74,5 *dBm*, para um *link* de 54 *Mbps* OFDM. Considerando um ganho de 4 *dBi* para as antenas (uma antena *patch* ou uma antena dipolo), pode-se calcular o alcance teórico através dos modelos de propagação em espaço livre (Equação 1) (visada direta) e de propagação *indoor* ITU (Equação 2):

$$L = 20 \cdot \log \left(\frac{4 \cdot \pi \cdot d}{\lambda} \right). \quad [1]$$

Sendo:

- L perda no espaço livre (dB),
- d distância;
- λ comprimento de onda.

$$L = 20 \cdot \log f + N \cdot \log d + P_f(n) - 28 \quad [2]$$

Sendo:

- L perda *indoor* (dB),
- f frequência do canal em MHz,
- N coeficiente de perda por distância,
- d distância em metros;
- P_f perda por penetração em n andares.

Consideraram-se para os cálculos os valores de 5 *GHz* para os canais de comunicação, coeficiente de perda por distância de 24 (área residencial) e P_f igual a zero (nenhum pavimento entre os elementos do *link* de comunicação). A distância máxima de cobertura, levando em conta uma atenuação total de 96,2 *dB* (relação de potência transmitida e recebida e ganhos das antenas), obtida pelo modelo de espaço livre, é de 308 *m*, enquanto o modelo *indoor* traz o valor de 40,8 *m*. Verifica-se pelos resultados dos cálculos que o sistema pode atender os cenários de pequeno e médio porte em relação às áreas de abrangência do sinal.

Uma outra questão importante é o *throughput* gerado pelo *encoder* de vídeo. O padrão H.264 aplicado na resolução Full HD (1080p, 30 *fps*, tamanho de *frame* de 34 *kB*) traz um *bit rate* médio de 10 *Mbps*. A interface de comunicação entre o *encoder* e o SoC Wi-Fi deve ter velocidade igual ou superior a este valor. O

encoder Hi3521A da HiSilicon, possui como interface de comunicação de vídeo uma porta USB 2.0. Os *chipsets* de comunicação IEEE820.11 encontrados possuem interface SPI como interface de dados com o mais alto *bit rate*. Utilizando um conversor USB-SPI, como o MCP2210, da Microchip, que opera em 12 *Mbps* (padrão USB 2.0 e *clock* interno de 12 *MHz*), pode-se conectar os dois elementos: *encoder* e transceptor Wi-Fi. Um *clock* de referência externo de 24 *MHz* pode ser utilizado para comunicação SPI do SPWF04SC (utilizado no cálculo de alcance).

4 PROJETO PRELIMINAR

4.1 Sistemas e módulos

O projeto do produto é dividido por subsistemas e seus módulos, dentre estes podemos destacar dois subsistemas principais: o estrutural e o eletrônico. O subsistema estrutural contempla o gabinete de proteção, suporte de fixação e a interface com os outros aparelhos que se conectam ao produto. O segundo subsistema é composto por três módulos que constituem as partes eletrônicas do produto. A Tabela 4 resume os subsistemas e os módulos.

Tabela 4 – Subsistemas e módulos do produto.

Subsistema	Descrição	Módulos
Estrutural	Gabinete de proteção, suporte de instalação e interface com usuário.	–
Eletrônico	Componentes eletrônicos relacionados ao funcionamento do transmissor/receptor sem fio.	<i>Encoder-Decoder</i> e Controle RF Energia

4.2 Relacionamento entre sistemas e módulos

O planejamento e detalhamento dos fluxos de comunicação entre os subsistemas e seus módulos é parte fundamental de um projeto bem-sucedido. Este tópico visa expor de forma macro as entradas e saídas de cada módulo, apresentando o funcionamento do sistema eletrônico do produto. A Figura 1 mostra o fluxo de comunicação do transmissor, composto dos seguintes módulos:

- Câmera:** fonte geradora que realiza a captação da imagem e que fornece o sinal de vídeo Full HD. Este sinal possui banda máxima na frequência de 60 *MHz*, que pode variar dependendo da tecnologia Full HD utilizada (HDCVI, AHD, HDTV).
- Encoder:** este módulo recebe o sinal de vídeo, realiza a amostragem, quantifica e utiliza um algoritmo para codificação do sinal. Conforme o teorema de Nyquist, a frequência de amostragem deve ser igual ou maior que o dobro da máxima frequência do sinal (TELECO, 2017b).
- Módulo RF:** este módulo recebe o sinal de vídeo do *codec* e realiza a transmissão. Em função do *throughput* do algoritmo de compressão e elevada resolução, o CI escolhido deverá possuir uma alta potência de transmissão e um *receiver* que suporte um alto *data rate*. Aqui há a opção de utilização de um *buffer* circular para que nenhum dado seja perdido durante o processo de envio para o receptor.

A Figura 2 apresenta o fluxo de comunicação do receptor, que é composto dos seguintes módulos:

- Módulo RF:** este módulo recebe o sinal digital codificado e o transmite para o *decoder*. Este deve apresentar alta sensibilidade, para que consiga realizar uma boa recepção e baixa perda de dados, inerente a perdas que irão ocorrer em função dos obstáculos existentes no ambiente de instalação.
- Decoder:** este módulo recebe o sinal de vídeo digitalizado e codificado, realiza a decodificação do sinal para a forma analógica, para posterior transmissão para o gravador de imagem.
- Gravador de imagem:** dispositivo que realiza a gravação das imagens obtidas e que possui interfaces de interação com o usuário final, que realiza o monitoramento e programação de funções de vídeo (detecção de movimento e de zonas perimetrais).

Figura 1 – Módulo transmissor: relação funcional e de fluxos entre os sistemas e módulos do produto.

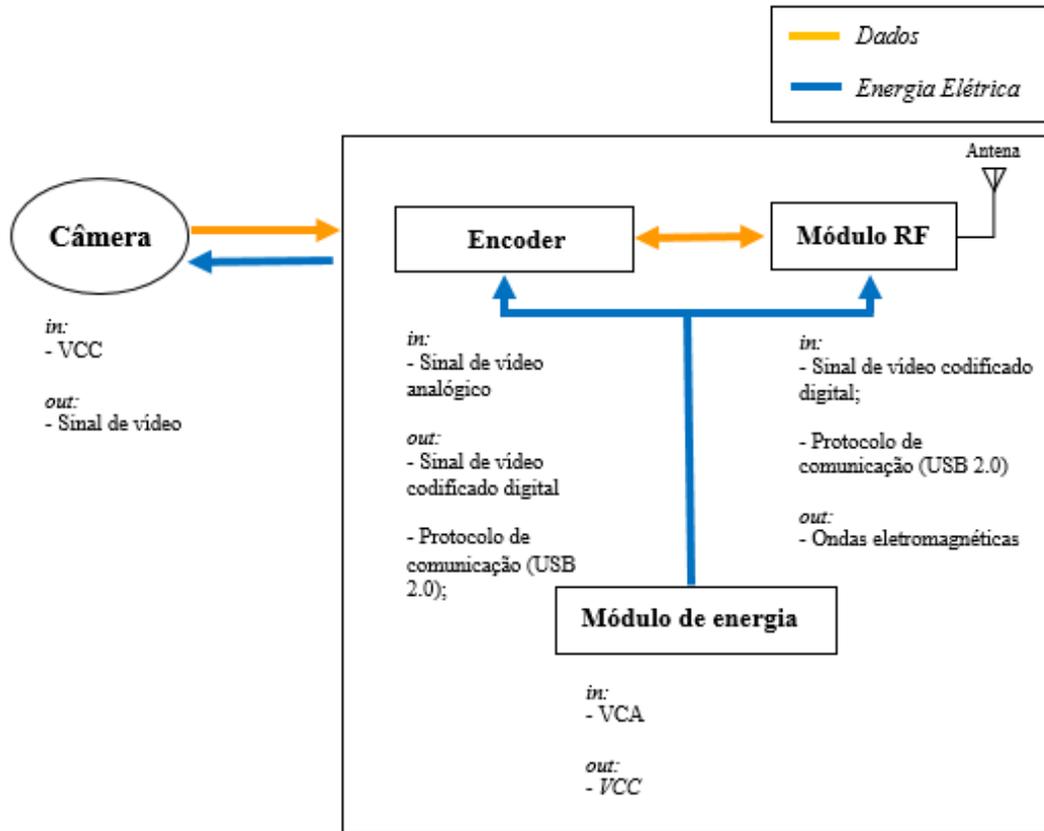
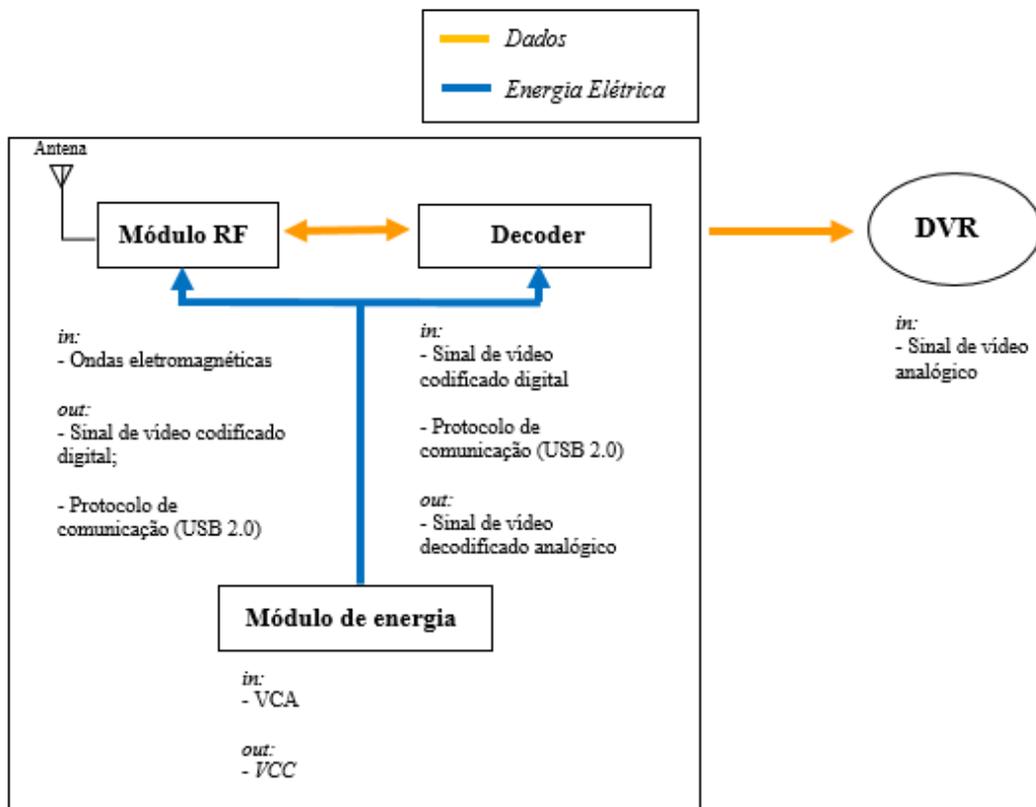


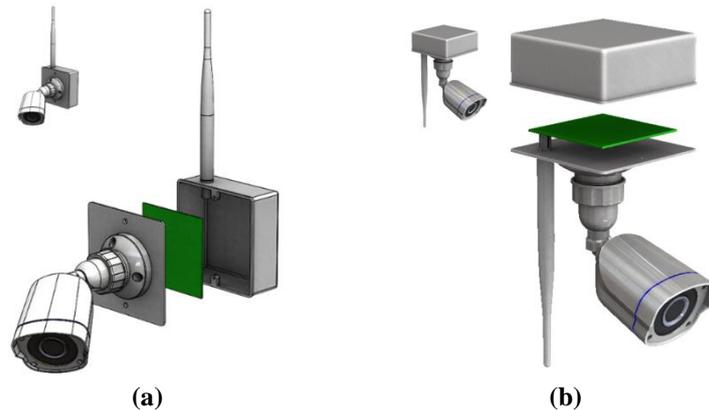
Figura 2 - Módulo receptor: relação funcional e de fluxos entre os sistemas e módulos do produto.



4.3 Esboço do produto

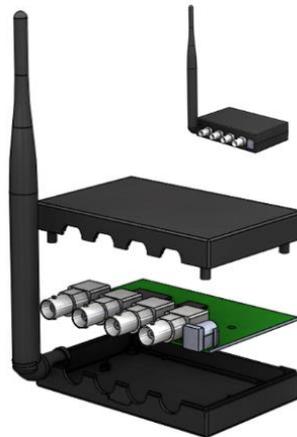
Realizando a análise dos produtos que compõem o mercado de CFTV identificou-se que o produto proposto, principalmente o transmissor ligado a câmera, deveria ser o mais minimalista e integrado ao cenário e ao suporte da câmera, de forma que o cliente visualize o produto como parte da câmera e não como um acessório. Buscou-se também fazer com que o produto ocupasse o menor espaço possível. Buscando atender a estes requisitos, foi desenvolvido um gabinete mecânico com dimensões ($L = 100\text{ mm}$ e $A = 40\text{ mm}$) que servisse de base para o suporte de fixação e que tivesse cor branca, presente no maior percentual de câmeras comercializadas. Os esboços finais do transmissor demonstrado na Figura 3, apresenta a solução mecânica proposta que atende os dois principais tipos de câmeras comercializados no mercado, sendo estas *bullet* (instaladas em paredes) e *dome* (instaladas em teto).

Figura 3 – Transmissor sem fio: (a) alternativa para instalação de câmeras em parede e (b) alternativa para instalação de câmeras em teto.



Para o receptor, ilustrado na Figura 4, primeiramente determinou-se a cor preta, que possui sinergia com a maioria dos DVRs comercializado no mercado.

Figura 4 – Receptor sem fio.



Em segundo plano, o receptor deveria ser o mais compacto possível para que pudesse se adequar aos mais variados espaços de acondicionamento e com saídas BNCs espaçadas, para que facilite a conexão dos cabos de ligação do receptor ao DVR.

4.4 Projeto segundo diretrizes

As principais diretrizes deste projeto são **segurança, funcionalidade, sustentabilidade e produtividade**. Na diretriz segurança, o aparelho deve considerar aspectos como a máxima potência efetiva irradiada permitida, esta limitação refere-se às normas estabelecidas pela ANATEL para faixa de frequências de $2,4\text{ GHz}$ (ANATEL, 2017).

Por outro lado, estima-se que trabalhando com potências de saída próximas a 18 dBm , deve-se considerar o projeto para uma correta dissipação de calor dos elementos de potência (amplificador de potência do transmissor).

Por último, a segurança implica no 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.

No quesito da estética foi adotada a cor branca, predominante no maior percentual de câmeras do mercado, além de possuir maior sinergia com o cenário foco de instalação, ambientes internos. Buscou-se desenvolver uma peça que servisse como base ou suporte de instalação para as câmeras buscando incorporar o acessório ao design da câmera, trazendo uma maior integração deixando apenas mais em evidencia a antena omnidirecional.

Na diretriz funcionalidade, o aparelho deve ser um produto *plug and play*, não sendo necessária qualquer configuração por parte do usuário. Também deve possibilitar fácil instalação, possuindo processo de fixação similar ao de câmeras de vídeo.

Consideram-se por último as diretrizes de produtibilidade e sustentabilidade, ambos os quesitos estão relacionados uma vez que os projetos mecânico e eletrônico determinam a quantidade de matéria-prima utilizada, elementos estes que impactam diretamente nestas diretrizes. Quanto mais eficaz for o projeto, quanto menor for a quantidade de componentes e partes mecânicas utilizadas (exemplo: gabinete de proteção, placas e conectores), mais eficiente será a montagem do produto (maior produtibilidade) além da redução de materiais segregados ao término do ciclo de vida do produto. Outro fator importante é determinar que o produto tenha matérias-primas que possam ser reutilizadas ou recicladas e que não possuam substâncias perigosas, que se adequem as diretivas internacionais (por exemplo RoHS) quanto ao controle de substâncias nocivas ao homem e ao meio ambiente (COSTA, 2017). Estas ações, conseqüentemente, irão reduzir os impactos causados e tornar o produto mais sustentável.

4.5 Viabilidade comercial

4.5.1 Investimento inicial

Para composição dos investimentos necessários, considerou-se dois fundamentos que estão diretamente ligados, o tempo de execução do projeto e a complexidade do projeto. Para execução das atividades foram previstos (2) engenheiros e (1) técnico de produto. Os engenheiros responsáveis pelo desenvolvimento de hardware e o técnico responsável pelas demais atividades de suporte ao desenvolvimento. O tempo estimado de projeto é de um ano, o salário médio do engenheiro será de R\$ 7.000,00 e do técnico de R\$ 3.500,00 por mês, mais os encargos trabalhistas. Inclui-se também (1) gestor de projeto para controle das atividades e interface com as demais áreas atreladas ao desenvolvimento e (1) analista de *marketing* de produto para planejamento das atividades inerentes ao desenvolvimento de mercado e comercial do produto.

Considerou-se na estratificação dos demais gastos, todos os investimentos relacionados à matéria-prima e serviços necessários para composição do produto, como desenvolvimento e fabricação dos moldes, gastos com insumos, fabricação e testes de amostras e dos lotes pilotos, além de testes de conformidade para homologação do transmissor e receptor sem fio. A Tabela 5 mostra todos os custos e o resultado obtido. A partir deste resultado, e considerando um percentual de erro, estima-se que um valor mínimo de, aproximadamente, R\$ 580.800,00 devem ser investidos para o desenvolvimento do produto.

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

Tipo de custo	Valor (R\$)
RH	306.000,00
Insumos / materiais	20.000,00
Molde	150.000,00
Lote piloto	50.000,00
Homologação	30.000,00
Administrativo / Infraestrutura	+5%
Total	R\$ 580.800,00

4.5.2 Custo de produção do sistema eletrônico

O produto Intelbras denominado “*kit* de monitoramento sem fio”, foi utilizado como objeto de estudo para levantamento dos custos do sistema eletrônico, por possuir funcionamento e estrutura similar, como mostrado na Tabela 6.

Verificou-se que o custo mais significativo da estrutura são os *chips encoders/decoders* de vídeo e os módulos de transmissão sem fio.

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

Componentes	Quantidade	Valor Total (US\$)
<i>Transmissor</i>		US\$ 35,00
Vídeo Encoder	1	US\$ 16,50
Módulo RF	1	US\$ 15,00
Módulo de Energia	1	US\$ 3,50
<i>Receptor</i>		US\$ 58,00
Vídeo Decoder	1	US\$ 39,00
Módulo RF	1	US\$ 15,00
Módulo de Energia	1	US\$ 4,00
<i>Outros</i>		US\$ 10,00
<i>Total Componentes</i>		US\$ 93,00
Total Componentes + PCI + Produção + Impostos + Frete		R\$ 408,00

4.5.3 Tempo de retorno ao investimento

Levando em consideração os custos variáveis e fixos totais de produção do produto demonstrados no Quadro 2, chega-se num custo total aproximado de produção do transmissor e receptor sem fio de R\$ 448,80.

Quadro 2 – Cálculo de lucratividade por *transceiver* vendido.

<i>Custos Variáveis</i>	R\$ 408,00
<i>Custos Fixos</i>	10% de CV
<i>Custos totais por unidade</i>	R\$ 448,80
Preço de venda	R\$ 830,28
Impostos	25% PV
Lucro por unidade	R\$ 173,91
Lucratividade por unidade	20,9%

Assumindo que o produto em questão é um acessório e que é necessário o posicionamento adequado do preço para entrada no mercado, decidiu-se por uma baixa lucratividade de 20,9% inicialmente.

A partir do Quadro 3 é possível mensurar o retorno de investimento (*payback*) que é de aproximadamente 1,5 *ano*, considerando a venda de 2.400 unidades ano para obtenção do investimento inicial de R\$ 580.800,00.

Quadro 3 – Cálculo do retorno ao investimento do *transceiver*.

Investimento Inicial	R\$ 580.800,00
Unidades vendidas por ano	2.400
Faturamento em um ano	R\$ 1.992.672,00
Lucro total em um ano	R\$ 417.384,00
<i>Payback (anos)</i>	1,5
Rentabilidade	20,9%

5 CONCLUSÕES

Neste artigo foi realizado o estudo de viabilidade técnica e comercial de um transmissor e receptor sem fio como produto para o setor de segurança eletrônica. Analisando o mercado nacional e internacional, pode-se constatar que há uma forte tendência de crescimento na comercialização de câmeras e DVRs sem fio e que existe uma ampla demanda de cenários de instalação que necessitam deste tipo de produto, onde a única alternativa é um meio sem fio de transmissão. Finalmente, identificou-se também que não existe no mercado nacional um transmissor e receptor sem fio para câmeras de vídeo de segurança, que possibilite a transmissão do sinal de vídeo para um DVR.

Baseado nos requisitos funcionais e especificações técnicas obtidos até o momento, e fundamentado pelos dados técnicos dos produtos concorrentes, conclui-se que o projeto é viável tecnicamente. Quanto ao aspecto comercial, a estimativa realizada no estudo revela um tempo de retorno ao investimento de um ano e seis meses e uma rentabilidade em torno de 21%. Esta rentabilidade tende a aumentar na medida que a demanda de mercado crescer, proporcionando uma melhor negociação com os fornecedores, reduzindo os custos de matéria-prima. Assim, conclui-se que o produto é, também, comercialmente viável.

REFERÊNCIAS

- A&S INTERNATIONAL EDITORIAL. **Ranking Security 50**. Disponível em: <https://www.asmag.com/rankings/security50_rankings_product.aspx>. Acesso em: 2. out. 2017.
- ACADEMIA CCNA. **Taxa de pacotes por segundo “throughput”**. Disponível em: <<http://academiaccna.com.br/word/?p=126>>. Acesso em: 14. nov. 2017.
- ANATEL. **Resolução nº 680, de 27 de junho de 2017**. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2017/936-resolucao-680>>. Acesso em: 17. nov. 2017.
- CARPES JR, Widomar P. **Introdução ao Projeto de Produtos**. 1ª ed. Editora Bookman, 2014.
- COSTA, Luiz Henrique da. **A diretiva RoHS e os desafios para seu atendimento no setor eletroeletrônico: Estudo de caso em empresa de eletrodomésticos – Linha Branca**. Disponível em: <<https://maua.br/files/monografias/completo-diretoria-rohs-desafios-para-seu-atendimento-setor-eletroeletronico.pdf-280825.pdf>>. Acesso em: 16. nov. 2017.
- DAHUA TECHNOLOGY. Disponível em: <<http://br.dahuasecurity.com/br/products/kitnvr4104hs-w-s22-hdbw1320e-w-9471.html>>. Acesso em: 4. out. 2017a.
- DAHUA TECHNOLOGY. Disponível em: <<http://www.dahuasecurity.com/products/allProducts/4492/483>>. Acesso em: 4. out. 2017b.
- DEKAPE. **Transceiver QARA-CVI**. Disponível em: <<http://www.dekape.nl/shop/qara-cvi/>>. Acesso em: 8. nov. 2017.
- FOSCAM. Disponível em: <https://www.foscam.com/FN3104W_B4.html>. Acesso em: 4. out. 2017.
- INPI. **Pesquisa de Patentes**. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/>>. Acesso em: 9. nov. 2017.
- INTELBRAS. **Portfólio de Baluns**. Disponível em: <<http://www.intelbras.com.br/empresarial/baluns-e-power-baluns>>. Acesso em: 5. out. 2017a.
- INTELBRAS. **Produto EHM 608**. Disponível em: <<http://www.intelbras.com.br/empresarial/monitoramento/kit-sem-fio/ehm-608>>. Acesso em: 6. out. 2017b.
- PAKIT. **Modelo PAT-380**. Disponível em: <<http://www.pakite.net/products/2.4G-Wireless-Transmitter-and-Receiver-Security-System-Video-With-Long-Range-700m-AV-Sender-Model-PA.html#.WTqmkevyvZ4>>. Acesso em: 6. out. 2017.
- PROTECNOS. **Baluns em Circuitos de CFTV**. Disponível em: <<http://www.protecnos.com.br/artigos/349/>>. Acesso em: 5. out. 2017.
- TELECO. **Redes Wi-Fi: O padrão IEEE 802.11n**. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialwifiiee/pagina_4.asp>. Acesso em: 10. nov. 2017a.
- TELECO. **Sinais analógicos x Digitais**. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialsisedtv/pagina_2.asp>. Acesso em: 15. de nov. 2017b.