

Formas de Onda e o Programa RDS-Defesa: Proposta e Resultados do Roadmap Tecnológico do LTE para Aplicações Militares

Leonardo Bomfim de Souza*, David Fernandes Cruz Moura[†] e Suzana Borschiver[‡]

* Seção de Inovação Tecnológica, Divisão de Sistemas, Centro Tecnológico do Exército

[†] Departamento de Engenharia de Computação e Automação Industrial, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas

[‡] Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Resumo—Neste trabalho foi realizado um estudo panorâmico (overview) das tendências tecnológicas da forma de onda LTE aplicada ao RDS, com base em informações extraídas de documentos de patentes. Foi usada como fonte de dados a base patentária *Patent Inspiration*. Além disso, foi consultada a base de publicações científicas Scopus a fim de inferir a difusão tecnológica do LTE aplicado ao RDS. Foram mapeados os principais depositantes, depósitos de pedido de patente por anos, a distribuição patentária por países e setores dos processos pelos campos tecnológicos.

Palavras-Chave—*Long Term Evolution (LTE), Rádio Definido por Software (RDS), patenteamento, mapa tecnológico.*

Abstract— this work is an overview of the technological trends of the LTE waveform applied to RDS, based on information extracted from patent documents. *Patent Inspiration* was used as the data source. In addition, the scientific publications base Scopus was consulted to infer the technological maturity of LTE applied to RDS. The main depositors, patent application for years, the patent distribution by countries and sectors of the technological fields are identified.

Keywords— *Long Term Evolution (LTE), Software Defined Radio (SDR), patenting, technological roadmap.*

I. INTRODUÇÃO

O Rádio Definido por Software (RDS) é um sistema de radiocomunicação em que algumas ou todas as funções da camada física (*hardware*) são realizadas por *software* [1]. Assim, o sistema caracteriza-se por ser capaz de portar novas configurações, quando demandado, e diversos padrões de comunicações, proporcionando assim interoperabilidade com sistemas de comunicação existentes [2].

O conceito do RDS permite atualizações demandadas pelos equipamentos, proporcionando a redução de custos de manutenção e de investimento atrelado a componentes físicos, assim como possibilita o uso de uma arquitetura de plataforma comum, possibilitando que novos produtos sejam mais rapidamente introduzidos a múltiplos mercados [1].

Neste contexto, o Ministério da Defesa publicou a Portaria nº 2.110-MD, de 9 de agosto de 2012, e instituiu o Programa Rádio Definido por Software do Ministério da Defesa (RDS-Defesa), sob a responsabilidade do Centro Tecnológico do Exército (CTEx). Tal empreendimento tem por objetivo a obtenção de novas capacidades radiocomunicadoras às Forças Armadas brasileiras por meio da pesquisa e do

desenvolvimento (P&D) de tecnologias dedicadas à interoperabilidade nas comunicações táticas, com a garantia de atuação, liberdade de ação e segurança no espaço cibernético, bem como à premência de reduzir a dependência a equipamentos importados [4].

O primeiro ciclo do Programa RDS-Defesa é composto de 4 (quatro) fases, nas quais foram desenvolvidos, até a 2ª fase, protótipos de RDS veiculares operando nas faixas de HF e VHF [5]. A 3ª fase da P&D almeja o desenvolvimento de formas de onda capazes de operar na banda UHF [6]. Nesta banda de frequência, destacam-se as formas de onda *Long Term Evolution (LTE)*, *Soldier Radio Waveform (SRW)*, *Wideband Network Waveform (WNW)* e *Coalition Wideband Waveform (COALWNW)* [7].

Das supracitadas formas de onda, a LTE é amplamente empregada no meio civil como padrão provedor de internet móvel 4G, enquanto que as demais formas de onda foram desenvolvidas para o emprego militar [7]. Todavia foi realizado um estudo preliminar quanto ao quantitativo de publicações de cunho científico que este padrão de comunicação, LTE, dispõe explicitamente associado ao emprego militar. Para tanto foi feito uso da base Scopus para a obtenção das informações que constituem a Tabela 1. Cabe ressaltar que as buscas para as demais formas de onda retornaram: 565 artigos sobre SRW; 2602 artigos sobre WNW; e 2 artigos sobre COALWNW.

TABELA 1. PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS SOBRE AS FORMAS DE ONDA.

Formas de Onda	Quantidade Total de Publicações Científicas	Quantidade Total de Publicações Científicas com Aplicação Militar
Long Term Evolution (LTE)	31181	223

A informação discriminada na coluna “**Quantidade Total de Publicações Científicas**” é referente ao quantitativo de documentos identificados por meio da sintaxe de busca considerando somente a respectiva forma de onda. A coluna “**Quantidade Total de Publicações Científicas com Aplicação Militar**” refere-se a uma segunda estratégia considerando o padrão de comunicação associado explicitamente ao emprego militar. O detalhamento dos critérios para a obtenção das informações da Tabela 1 está apresentado posteriormente na seção de metodologia.

Ao observar o número de publicações relacionadas ao LTE na Tabela 1, 31.181 documentos, salienta-se a expressiva discrepância de valores, quando comparado ao quantitativo dos demais padrões de comunicação. Além disso, conforme destacado na coluna “Quantidade Total de Publicações Científicas com Aplicação Militar”, já existem publicações sobre sua utilização no ambiente militar. Desta forma, o presente estudo está exclusivamente dedicado para evidenciar os aspectos do LTE para aplicações no RDS.

Dado que o LTE apresenta possibilidades de emprego dual, civil e militar, o presente estudo não é apenas válido para projetos de P&D em comunicações militares. Assim, entende-se que estudos de inteligência tecnológica são altamente relevantes para grupos de pesquisa acadêmicos e de Instituições Científicas e Tecnológicas (ICT) como suporte à pesquisa e desenvolvimento. Além disso, no melhor de nosso conhecimento, não há estudos deste porte voltados para a forma de onda LTE e sua possível aplicação em ambiente militar.

Dentro deste contexto, este artigo está estruturado da seguinte forma: a seção II apresenta a metodologia de elaboração de Mapa Tecnológico (*technological roadmap* – TRM), Difusão Tecnológica e as considerações que nortearam o presente estudo; a seção III apresenta o estudo de caso com a forma de onda LTE; e a seção IV apresenta as considerações finais deste trabalho e os próximos passos deste projeto.

Ademais, salienta-se que a pesquisa não teve por pretensão esgotar o assunto, mas sim analisar as informações obtidas na etapa pré-prospectiva sobre as formas de onda aplicáveis ao RDS, sendo o mapa tecnológico enquadrado como pesquisa complementar futura.

II. METODOLOGIA

O *roadmap* tecnológico pode ser entendido como um estudo sistemático do desenvolvimento científico e tecnológico visando apoiar o planejamento estratégico da organização, destacando os vínculos existentes entre os objetivos estratégicos e os ativos tecnológicos disponíveis. Desta maneira, o TRM é uma ferramenta prospectiva que permite analisar o ambiente, monitorar os concorrentes ao longo do tempo, estabelecer tendências de mercado, estudar trajetórias tecnológicas, identificar perfis de empresas e oportunidades de novos negócios [8].

O *roadmap* é desenvolvido em 3 etapas principais: etapa pré-prospectiva, na qual é realizado o estudo preliminar sobre o tema; etapa prospectiva, em que é definida a estratégia da busca a partir da seleção de palavras-chave, e posteriormente são organizadas as informações para a análise dos resultados; e etapa pós-prospectiva, com a construção do TRM [8].

A etapa pré-prospectiva é caracterizada primeiramente pela busca aleatória de informações sobre o escopo abordado, visando assim obter uma visão geral do estado da arte e chegar a uma formulação de estratégias de busca que se sucederá na etapa seguinte [9]. Entretanto, ressalta-se que a revisão bibliográfica, bem como os levantamentos de palavras-chave e tecnologias-foco em entrevistas com especialistas, possibilita acelerar a compreensão quanto ao tema e efetuar estudos preliminares com buscas orientadas na etapa inicial.

Adicionalmente, a literatura sobre inovação tem fornecido ferramentas que auxiliam gestores a acompanharem o desempenho da difusão de uma tecnologia ao longo do tempo [10][11]. Estudos passados apontam que a difusão de uma

inovação e/ou tecnologia pode ser representada pela curva de perfil S, quando observado o desempenho cumulativo da difusão por ano [12]. A Figura 1 exemplifica como uma tecnologia evolui e se difunde ao longo do tempo.

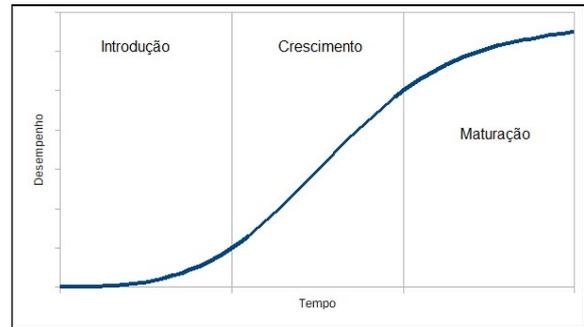


Figura 1. Curva S de inovação.

A Figura 1 apresenta três estágios do processo de difusão de uma tecnologia, conforme segue: Introdução, a tecnologia encontra-se em formação e existe grande incerteza quanto sua viabilidade e aos possíveis resultados comerciais; Crescimento, o processo de difusão se acelera à medida que o conhecimento acumulado aumenta, bem como é aprimorado o desempenho da tecnologia; Maturação, os aperfeiçoamentos incrementais tornam-se menos frequentes e os processos produtivos padronizam-se. Após a maturação a tecnologia inicia sua inflexão e evolui para a obsolescência, além disso, usuários deixam de usá-la em função do surgimento de outras inovações [10][11].

Finalizada a apresentação dos conceitos teóricos que embasaram o presente artigo, cabe esclarecer os estudos realizados.

Assim, o uso das palavras-chave apresentadas pela Tabela 2 nos campos de busca do Scopus de *keyword*, *abstract* e *title*, possibilitou o levantamento dos quantitativos sobre LTE, dispostos na Tabela 1. Salienta-se que as estratégias para as demais formas de onda foram as seguintes: "Soldier Radio Waveform" OR srw; "Wideband Network Waveform" OR wnw; e "Coalition Wideband Waveform" OR coalwnw.

TABELA 2. ESTRATÉGIAS DE BUSCA USADAS NA BASE SCOPUS

Estratégia 1	Estratégia 2
"long term evolution" OR lte	(military OR defense OR army OR "armed forces" OR coalition OR "command and control") AND ("long term evolution" OR lte)

No segundo momento, foi empregada a versão gratuita da base de dados *Patent Inspiration*, que permitiu realizar a busca nos documentos de patentes. Foram empregadas as palavras-chave nos campos do título, do resumo e das reivindicações. As palavras que nortearam o processo de busca foram: *Software defined radio*; *Software-defined radio*; SDR; *Long Term Evolution*; e LTE. Por fim é importante ressaltar que a estratégia de busca ("*Long Term Evolution*" OR LTE) AND (SDR OR "*software defined radio*" OR "*software-defined radio*") foi a que melhor retratou o escopo definido inicialmente, pois consolidou de forma única o quantitativo de 47 documentos, não possibilitando repetições de processos patentários.

Para o processo de análise patentária, foram segregados os grupos de patentes com suas respectivas classificações

internacionais (*International Patent Classification–IPC*). Assim foi possível identificar *players* e países mais demandados nos depósitos de pedido de patente, inferindo assim a intensidade da P&D, bem como o interesse comercial.

É importante citar ainda que não foi imposta qualquer restrição temporal durante o processo de busca. No entanto, há de se considerar que o pedido de patente permanece em sigilo pelo prazo de 18 meses a partir da data de depósito, ou se for o caso, da data da prioridade mais antiga associada ao processo [13].

Por fim, ressalta-se que cerca de 70% das soluções tecnológicas dispostas nas patentes não estão disponíveis em qualquer outro tipo de fonte de informação, consistindo em relevante manancial de informações tecnológicas [8]. Tal repositório permite não só o mapeamento estratégico, mas também a identificação das principais linhas de pesquisa de interesse no mundo, em dimensões tão distintas quanto países depositantes, verticais de mercado e instituições de pesquisa mais produtivas.

III. ESTUDO DE CASO: RESULTADOS E DISCUSSÃO

A. Difusão Tecnológica

A difusão tecnológica pode ser inferida a partir de modelos analíticos que descrevam o padrão evolutivo das tecnologias existentes [11]. Assim, o entendimento da dinâmica da difusão pode auxiliar gestores na tomada de decisão de maximizar a vida da tecnologia já explorada, ou migrarem para uma nova e mais promissora [10]. Colocando-se no papel de uma organização que almeja pesquisar e desenvolver uma tecnologia já existente, não convém investir naquelas que apresentem estágios de maturação de difusão, pois, a qualquer tempo a mesma poderá entrar em declínio e obsolescência [12].

Isto posto, foram conduzidas buscas no Scopus e no *Patent Inspiration*, visando levantar o quantitativo de publicações no domínio científico e tecnológico e inferir a difusão tecnológica do LTE para emprego no RDS. Assim, conduziu-se a seguinte estratégia para ambas as bases: ("*Long Term Evolution*") AND ("*software defined radio*" OR "*software-defined radio*").

A Figura 2 apresenta a distribuição anual do quantitativo acumulado de publicações. A sua análise possibilita inferir o estágio de difusão a partir do perfil da curva.

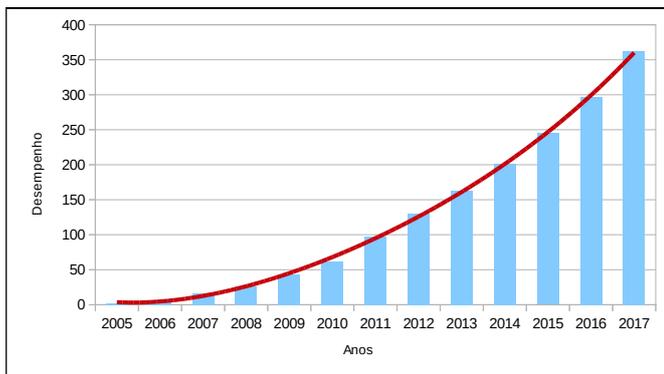


Figura 2. Evolução anual de publicações acumuladas de artigos e patentes. Fonte: Elaboração própria com base nos Relatórios do Scopus e do Patent Inspiration (2018).

As colunas apresentam o quantitativo de documentos publicados e a curva vermelha corresponde a linha de tendência polinomial de grau 4 com coeficiente de determinação $R^2=0,999$.

Do exposto, infere-se que o LTE aplicado ao RDS está em franca adoção e em estágio de difusão crescente, apresentando-se convidativa para novos desenvolvimentos tecnológicos.

B. Distribuição Patentária por Países

Os países que possuem depósitos patentários estão predominantemente no hemisfério norte. Além disso, os mais demandados em depósitos, conforme ordem crescente, são os seguintes: Reino Unido; França; Canadá; Finlândia; Alemanha; China; Coreia do Sul; e Estados Unidos da América.

Não por acaso, estes países possuem reconhecidos esforços e investimentos em programas de desenvolvimento de RDS, tais quais citados em [3].

Ressalta-se que o Escritório Americano de Patentes (USPTO) é o mais demandado quando comparado aos demais escritórios de diferentes países. Este fato certamente está influenciado pelo programa *Joint Tactical Radio System (JTRS)*, que é o pioneiro e mais importante empreendimento de P&D de RDS. O programa foi iniciado em 1997 com uma previsão de investimento da ordem de 37 bilhões de dólares, e com o objetivo de atender as necessidades das Forças Armadas norte-americanas [6].

Assim, ressalta-se o território americano como o mais intensivo na P&D das tecnologias ora analisadas, bem como, o principal mercado para serem introduzidas as soluções tecnológicas dispostas nos depósitos.

Ademais, as patentes não foram depositadas no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), portanto configuram-se como soluções tecnológicas passíveis de serem exploradas sem a obrigatoriedade de incidência de *royalties* e reservas de mercado no Brasil.

C. Depositantes

A Figura 3 destaca as instituições que demandaram a proteção patentária. A fonte do nome é ampliada tanto quanto maior o quantitativo de depósitos realizados.

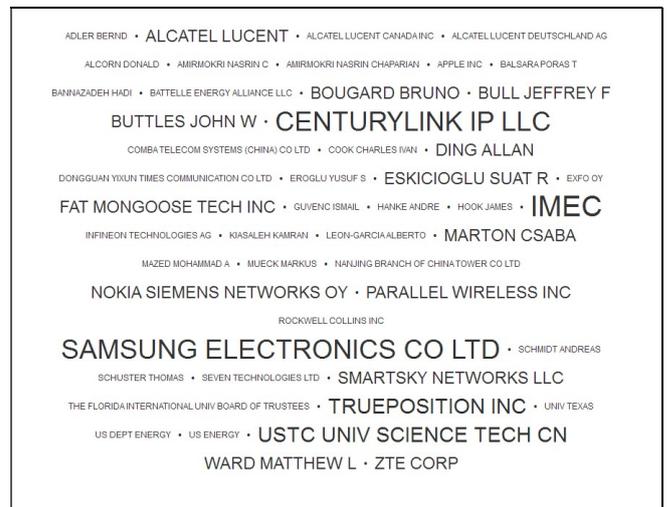


Figura 3. Instituições demandantes de proteção das tecnologias da forma de onda LTE associada ao RDS.

Fonte: Relatório do Patent Inspiration (2018).

As instituições CENTURYLINK IP LLC, IMEC, SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD, TRUEPOSITION INC e USTC UNIV SCIENCE TECH foram apontadas como as mais intensivas no pleito patentário. Estas 5 (cinco) instituições possuem juntas cerca de 50% dos depósitos identificados.

D. Distribuição por Campos Tecnológicos

A Figura 4 demonstra que os primeiros depósitos datam do ano de 2005 e descortina 3 (três) ciclos bem definidos pelos vales nos anos de 2010 e 2013. Sendo observado: o 1º ciclo, M1, o intervalo de 2005 a 2010; o ciclo seguinte, M2, no intervalo de anos compreendidos entre 2011 a 2013; e por fim, M3, entre os anos de 2014 a 2018.

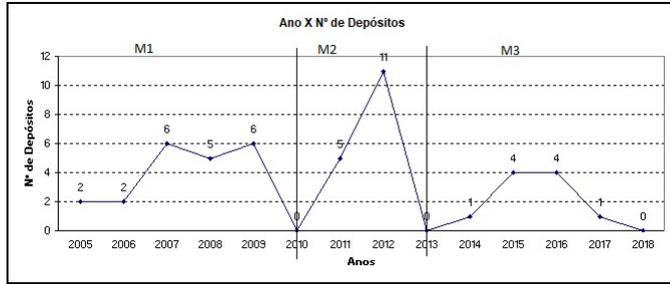


Figura 4. Ciclos de interesse na proteção da tecnologia LTE&RDS
Fonte: Elaboração própria com base nos Relatórios do Patent Inspiration (2018).

As identificações dos ciclos coincidem com fatores históricos relacionados com as redefinições da estratégia de mercado dos fabricantes de RDS, bem como da comunidade científica. Tais alterações de perspectivas vieram em atendimento às demandas por novas faixas espectrais nos EUA e União Européia [14].

A Tabela 3 dispõe as porcentagens das classificações IPC associadas aos períodos analisados. Para tanto, foi realizado o agrupamento segundo as subclasses.

TABELA 3-A. PORCENTAGENS DAS CLASSIFICAÇÕES IPC ASSOCIADAS AOS PROCESSOS DE PATENTE

	G01S	G06F	H01P	H04B	H04J
M1	13%	23%	0%	19%	3%
M2	0%	0%	0%	29%	0%
M3	0%	8%	4%	28%	0%

TABELA 3-B. PORCENTAGENS DAS CLASSIFICAÇÕES IPC ASSOCIADAS AOS PROCESSOS DE PATENTE

	H04L	H04M	H04N	H04W
M1	6%	6%	0%	29%
M2	10%	3%	3%	55%
M3	28%	0%	0%	32%

O Detalhamento das subclasses das classificações IPC, constantes na Tabela 3, podem ser obtidas em [15].

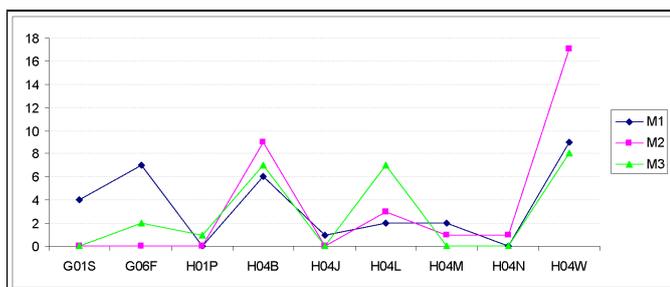


Figura 5. Quantidade de citações das classificações IPC nos processos de patentes, discriminadas pelos ciclos M1, M2 e M3
Fonte: Elaboração própria com base nos Relatórios do Patent Inspiration (2018).

Neste cenário, no ciclo M1 (2005 a 2010), salienta-se o interesse tecnológico pelo processamento elétrico de dados digitais, G06F, bem como o desenvolvimento de instrumentos, G01S, referentes a radiogoniômetro, a radio navegação, a determinação da distância ou velocidade pelo uso de ondas de rádio, a localização ou a detecção de presença pelo uso da reflexão ou reirradiação de ondas de rádio.

Estas áreas de conhecimento apresentam uma forte correlação com projetos e atividades de interesse militar. Por exemplo, tecnologias de radiogoniometria são empregadas em projetos da Defesa Brasileira, como o Projeto Aurora, que visa o desenvolvimento de um sistema destinado a cumprir ações de busca, interceptação, monitoramento, registro, localização eletrônica e análise de sinais eletromagnéticos nas faixas de fronteira do Brasil. Tais ações objetivam o apoio de Guerra Eletrônica estratégico nas faixas de HF, de VHF e de UHF. Sendo esse projeto desenvolvido no CTEEx com recursos da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) [16].

Podem-se citar ainda as patentes com os códigos de publicação CA2755033C e WO2010123655A1, em suas seções de aplicação, apresentam sistemas de localização precisa pelo uso de rede sem fio autônoma para um dispositivo móvel (por exemplo, um telefone celular) sem interconexão com a rede de comunicações sem fio local e com o mínimo de interrupção, o que guarda em particular, aplicabilidade com a área de Rádios Definidos por Software.

Ademais, os campos tecnológicos G06F e G01S apresentaram um abandono no ciclo seguinte, M2 (2010 a 2013), e uma discreta retomada após o ano de 2013, início de M3.

Outro aspecto relevante é a consistência apresentada, em todos os ciclos (M1, M2 e M3), pelas tecnologias atinentes aos sistemas de transmissão H04B e caracterizadas pela modulação de portadoras para a transmissão de sinais e informações, assim como pelas soluções de monitoramento, teste, supressão e limitação de ruído e interferência. Tal subclasse está presente em 25% de todas as tecnologias discriminadas nos documentos patentários e apresenta maior intensidade de depósitos no ciclo M2.

As tecnologias inseridas em H04L, tal qual a transmissão de sinais fornecidos sob a forma digital, podendo se dar como transferência de dados, comunicação telegráfica, ou até mesmo métodos ou disposições para monitoramento de transmissão de informação digital, evidenciaram notável crescimento no decurso dos ciclos. Tendo M3 o maior quantitativo de depósitos de pedido de patente, portanto mostrando-se como uma possível tendência tecnológica para o período mais atual.

A subclasse H04W, referente a tecnologias de redes de comunicação sem fio, apresenta larga abrangência de escopo. Como observado na Figura 5, este campo tecnológico possui persistente interesse de depósitos pelos ciclos, porém ressaltam-se os anos de M2. O citado período apresenta um incremento de aproximadamente 100% em sua magnitude, quando comparada aos ciclos M1 e M3.

A fim de se exemplificar os campos tecnológicos das supracitadas classes H04, apresenta-se a patente intitulada *Multi-service Provider Wireless Access Point*, código US2017311382A1, que dispõe a solução tecnológica de um ponto de acesso sem fio de provedor multi-serviço que pode se comunicar com uma pluralidade de dispositivos sem fio, cada um associado a uma operadora sem fio diferente, e rotear

comunicações de cada dispositivo para a operadora apropriada (e/ou, similarmente, transmitir comunicações de cada transportadora para o dispositivo sem fio apropriado). Sendo a citada patente pertencente ao H04B1/00, um dos subgrupos de H04B, ao H04L5/00, um dos subgrupos de H04L, e ao H04W48/06 e H04W88/10, dois subgrupos de H04W.

Por fim, quando verificada a média percentual associada às classificações IPC descritas na Figura 5, constata-se que as subclasses H04B, H04L e H04W representam mais de 78% (setenta e oito por cento) das matérias tecnológicas que demandaram a proteção patentária.

IV. CONCLUSÕES

A partir do estudo realizado, originado pelas informações obtidas na etapa pré-prospectiva sobre LTE aplicado ao RDS, foram obtidas as seguintes conclusões:

O LTE para aplicações em RDS está em franca adoção e em estágio de difusão crescente.

Dos documentos patentários identificados, nenhum processo foi depositado no Brasil. Tal situação demonstra a oportunidade de utilizações de soluções tecnológicas sem a necessidade de pagamento de *royalties*.

As instituições que se destacaram no depósito de pedido de patente foram: CENTURYLINK IP LLC e TRUEPOSITION INC, empresas sediadas nos EUA; IMEC, universidade sediada na Bélgica; SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD, empresa Sul Coreana; e USTC UNIV SCIENCE TECH CN, universidade chinesa.

As tecnologias de IPC G06F e G01S vivenciaram um abandono na progressão dos anos. Todavia as subclasses H04B, H04L e H04W representam cerca de 78% dos processos depositados como pedido de patente.

Assim, este trabalho consiste na primeira publicação voltada à elaboração de *roadmap* tecnológico para formas de onda em sistemas de comunicações e, em particular, à forma de onda LTE e sua aplicação em RDS e com possibilidades de emprego em ambiente militar.

Como próximos passos, os autores farão novas buscas, por meio de bases documentais mais densas e agregando informações ostensivas oficiais (p.ex. investimentos de P&D, informações de mercado), publicações científicas e tecnológicas como elementos integrantes da etapa prospectiva e, por fim, perseguirá a construção do TRM, em proveito da Defesa brasileira e como metodologia a ser compartilhada com a comunidade científica de telecomunicações.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem: ao Programa de Pós-graduação de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia (PROFNIT) a oportunidade de realizar relevantes trabalhos e aproximar profissionais de diferentes áreas para promover o estudo e a gestão da inovação no Brasil; a FINEP por força do Convênio FINEP-FAPEB nº 01.13.0369.00, no qual David Moura teve seu trabalho parcialmente financiado pela Comissão Europeia e pelo Ministério do Brasil de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (MCTIC), através de RNP e CTIC. O citado financiamento foi suportado pela chamada conjunta H2020 UE-Brasil (Contrato de concessão 777067 - NECOS - Novel Enablers for Cloud Slicing); aos Revisores, pelas importantes contribuições feitas.

REFERÊNCIAS

- [1] Forum, W. I. (2007). **SDRF Cognitive Radio Definitions**. Disponível em: <http://www.sdrforum.org/pages/documentLibrary/documents/SDRF-06-R-0011-V1_0_0.pdf>. Acessado em: 22 Abr. 18
- [2] MITOLA, Joseph; ZVONAR, Zoran. **Software Radio Technologies: Selected Readings**. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. New York, NY: 2001.
- [3] Adrat, Marc; Bernier, Steve; Buchin, Boyd; Dingman, Ken; Kovarik, Vince; Marks, Jimmie; Miller, Sarah; Muralidharan, Raghavan; Nicolle, Eric; Pucker, Lee; Quintana, Alberto; Turner, Mark. **A Technical Review of SCA Based Software Defined Radios: Vision, Reality and Current Status**. Journal of Signal Processing Systems. Versão on-line. 2016; ISSN 1939-8115. Volume 89, pp 85–95.
- [4] PAIVA JUNIOR, Nilson M.; MARQUES, Elaine C.; SILVA, Fabrício A. B.; MORAES, Robson F.; MOURA, David F. C.; GALDINO, Juraci F. **Introdução ao Desenvolvimento de Rádios Definidos por Software para Aplicações de Defesa**. XXX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TELECOMUNICAÇÕES – SBrT. Brasília, DF: 2012.
- [5] BRANCO, Marcos Guimarães Castello; ROELLI, Fabiana Antonia; SILVA, Felipe Henriques; PEREIRA, Fernando Rocha; LIMA, Gustavo Correa; MIQUELINO, Marco Antonio; MORENO, Rafael Pompeo de Haro; RIBEIRO, Sérgio Luís; MOURA, David Fernandes Cruz; GALDINO, Juraci Ferreira. **Rádio Definido por Software do Ministério da Defesa – Visão geral das primeiras contribuições do CPqD**. Caderno CPqD Tecnologia. Campinas, SP: 2014. Volume 10, núm. esp., p. 9-16. Disponível em: <[http://comunidade.cpqd.com.br/cadernosdetecnologia/Vol10_Numero%20Especial_2014/pdf/\(04\)_CTE_x_RDS_Vis%C3%A3o_Geral_CPqD.pdf](http://comunidade.cpqd.com.br/cadernosdetecnologia/Vol10_Numero%20Especial_2014/pdf/(04)_CTE_x_RDS_Vis%C3%A3o_Geral_CPqD.pdf)>. Acessado em: 15 Dez 17.
- [6] PRADO FILHO, Hildo V.; GALDINO, Juraci F.; MOURA, David F. C. **Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos de Defesa: Reflexões e Fatos sobre o Projeto Rádio Definido por Software do Ministério da Defesa à luz do Modelo de Inovação em Tríplice Hélice**. Revista Militar de Ciência e Tecnologia – Edição Especial: Gestão da Inovação. Versão on-line. 2017; ISSN 2316-4522. Vol. XXXIV. Nº 1 (1º Semestre de 2017).
- [7] Arena, Mark V ; Blickstein, Irv ; Gonzales, Daniel ; Harting, Sarah ; Lewis, Jennifer L ; McGee, Michael ; McKernan, Megan ; Nemfakos, Charles ; Osburg, Jan ; Rudavsky, Rena ; Sollinger, Jerry M. **DoD and Commercial Advanced Waveform Developments and Programs with Multiple Nunn-McCurdy Breaches (Volume 5)**. RAND NATIONAL DEFENSE RESEARCH INST. SANTA MONICA, CA: 2014. Disponível em: <<http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a608745.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2018.
- [8] BORSCHIVER, Suzana. **Technology roadmap: planejamento estratégico para alinhar mercado-produção-tecnologia**. Organização: Suzana Borschiver, Andrezza Lemos Rangel da Silva. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2016.
- [9] CARDOSO, Fernanda; BOMTEMPO, José Vitor; BORSCHIVER, Suzana. **Elaboração de Roadmap Tecnológico para a Produção de Biogás a partir de Vinhaça**. Caderno de Prospecção. Salvador, BA: 2017. v. 10, n. 3 p. 495-509.
- [10] FIGUEIREDO, Paulo N. **Gestão da Inovação: conceitos, métricas e experiências de empresas no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.
- [11] TIGRE, Paulo Bastos. **Gestão da Inovação: a economia da tecnologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- [12] ROGERS, Everett M. **Diffusion of innovations**. 3. ed. New York, N. Y.: 1971.
- [13] ASSIS, Fernando L.; BARCELOS, Vivian Íris; CARVALHO, Sergio Paulino de; FREITAS, Vicente; JORGE, Marina F.; LOPES, Felipe V.; NONATO, Ana Claudia; ORIND, Vitória; TRAVASSOS, Gustavo. **Indicadores de Propriedade Industrial 2017**. Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI. Rio de Janeiro, RJ: 2017.
- [14] Forum, W. I. Disponível em: <<https://www.wirelessinnovation.org/assets/documents/SoftwareDefinedRadio.pdf>>. Acessado em: 23 Abr. 18
- [15] Disponível em: <ipc.inpi.gov.br/>
- [16] Disponível em: <http://www.eb.mil.br/o-exercito?p_p=id=101&p_p_life_cycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&101_assetEntryId=2433029&101_type=content&101_groupId=16541&101_urlTitle=exercito-e-instituto-cesar-celebram-acordo-para-desenvolvimento-do-sistema-aurora&inheritRedirect=true>. Acessado em: 16 Abr.18.