



RDS-Defesa na Interoperabilidade Tática com o Barramento InterC2: Prova de Conceito

Anderson Ferreira de Oliveira, Tomás de Aquino T. Botelho
Centro de Análise de Sistemas Navais (CASNAV), Rio de Janeiro/RJ – Brasil
Edmundo Lopes Cecílio
Sigma Delta Tecnologia, Rio de Janeiro/RJ – Brasil

Resumo — O projeto INTERC2, patrocinado pela SC1/CHOC/EMCFA/MD, desenvolveu uma Plataforma de Interoperabilidade (PINTERC2) com a finalidade de permitir a interoperabilidade entre sistemas de C2 das Forças Singulares e o SIPLOM. O RDS-Defesa promove, com independência tecnológica, flexibilidade e segurança a interoperabilidade nas comunicações rádio das Forças Armadas nas faixas de HF, VHF e UHF. As equipes dos projetos INTERC2 e RDS-Defesa uniram esforços para realização de uma prova de conceito (pesquisa experimental) para viabilizar a interoperabilidade de aplicações de C2 táticas à PINTERC2 via redes rádio RDS com um conjunto de gateways. Esses gateways em arquitetura distribuída formam o embrião do *Multi Data Link Processor* (MDLP). Foram coletadas informações referentes ao desempenho do protocolo utilizado pela Plataforma, o SOAP e também de protocolos menos complexos, adequados ao uso em redes rádio. Foi estabelecida a arquitetura que viabilizou a interoperabilidade entre aplicações de C2 táticas diferentes e entre essas e a PINTERC2.

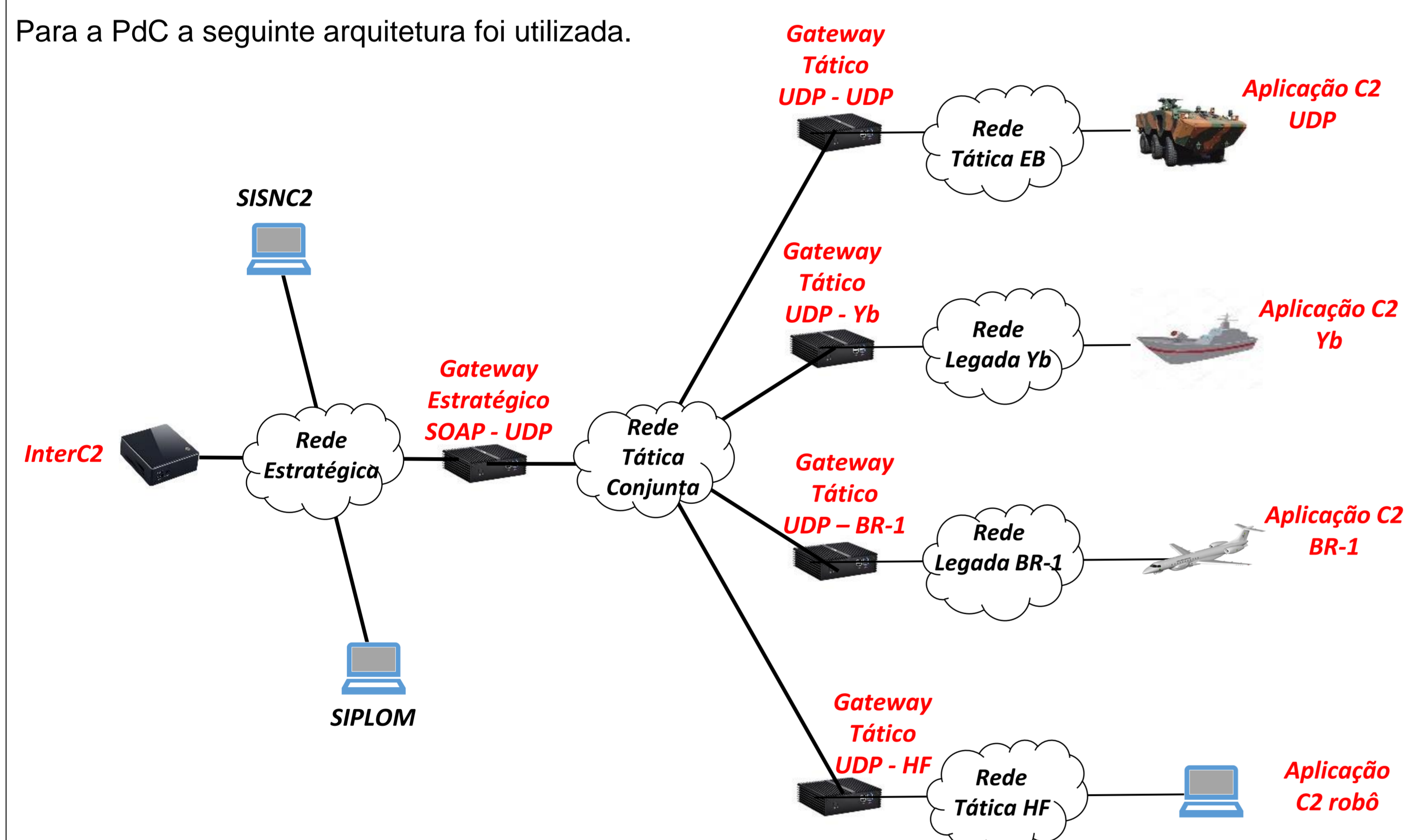
I. INTRODUÇÃO

No SIGE 2019 foi apresentado um artigo, mostrando uma proposta de arquitetura de um gateway de protocolos que viabilizasse a interoperabilidade entre aplicações de C2 táticas diferentes e entre essas e a PINTERC2 [1].

O presente artigo revisita e atualiza os estudos anteriores, apresentando os resultados obtidos no desenvolvimento da prova de conceito (PdC), utilizada para a realização de testes de interoperabilidade de redes táticas diferentes entre si e das mesmas com a Plataforma INTERC2 por intermédio do RDS-Defesa. É também introduzido o conceito do *backbone* tático, formado por múltiplos RDS-Defesa que executam uma forma de onda conjunta.

II. PROVA DE CONCEITO

Para a PdC a seguinte arquitetura foi utilizada.

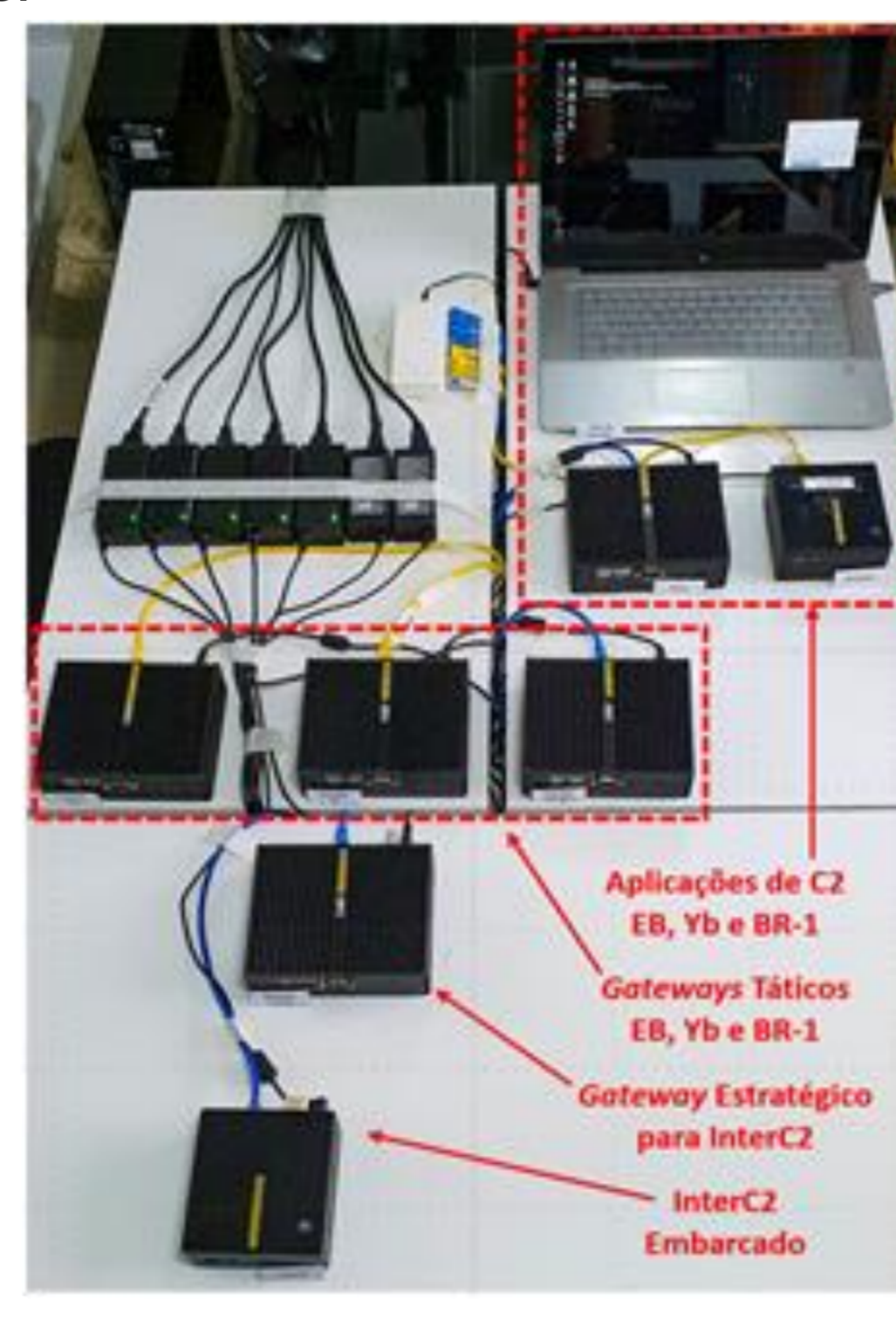


O conjunto formado pela união, em sentido figurado, dos gateways estratégico e táticos pode ser considerado um Processador de Múltiplos Enlaces de Dados ou *Multi Data Link Processor*, o MDLP, que é um termo consagrado. Cada gateway implementa apenas aquelas conversões necessárias para as tecnologias de rede que estão diretamente conectadas a ele, porém, o conjunto formado por todos os gateways interconectados pela rede conjunta é capaz de possibilitar a interoperabilidade entre quaisquer protocolos de enlaces de dados táticos e entre eles e protocolos estratégicos como a PINTERC2, de forma que as informações de C2 do nível tático sejam disponibilizadas para os sistemas estratégicos do MD.

Essa arquitetura distribuída aumenta a tolerância a falhas do sistema como um todo, uma vez que a falha de um dos gateways táticos não impede o funcionamento dos demais.

As redes táticas de comunicação de dados caracterizam-se por conectar pessoas, viaturas, aeronaves e embarcações, aqui denominadas também de frações operacionais, com grande capacidade de mobilidade, exigindo assim o uso de equipamentos rádios que quase sempre terão baixa capacidade em termos de taxa de transmissão. Os usuários e as aplicações das redes táticas necessitam, predominantemente, trocar mensagens curtas cujos retardos para a transmissão das mesmas e, quando for o caso, para a recepção de respostas, sejam baixos.

Em função das distintas características das frações operacionais, as redes táticas das forças armadas e similares serão atendidas por RDS-Defesa com formas de onda diferentes, especializadas nas necessidades de cada fração. Uma mesma força pode utilizar redes rádio com formas de onda diferentes. Redes legadas tais como, por exemplo, o Yb, o STERNA e o Link BR1 terão que conviver com redes baseadas no RDS-Defesa. A interligação destas redes especializadas e legadas será realizada, em operações conjuntas, por RDS-Defesa que executem a forma de onda conjunta, formando então o *backbone* tático

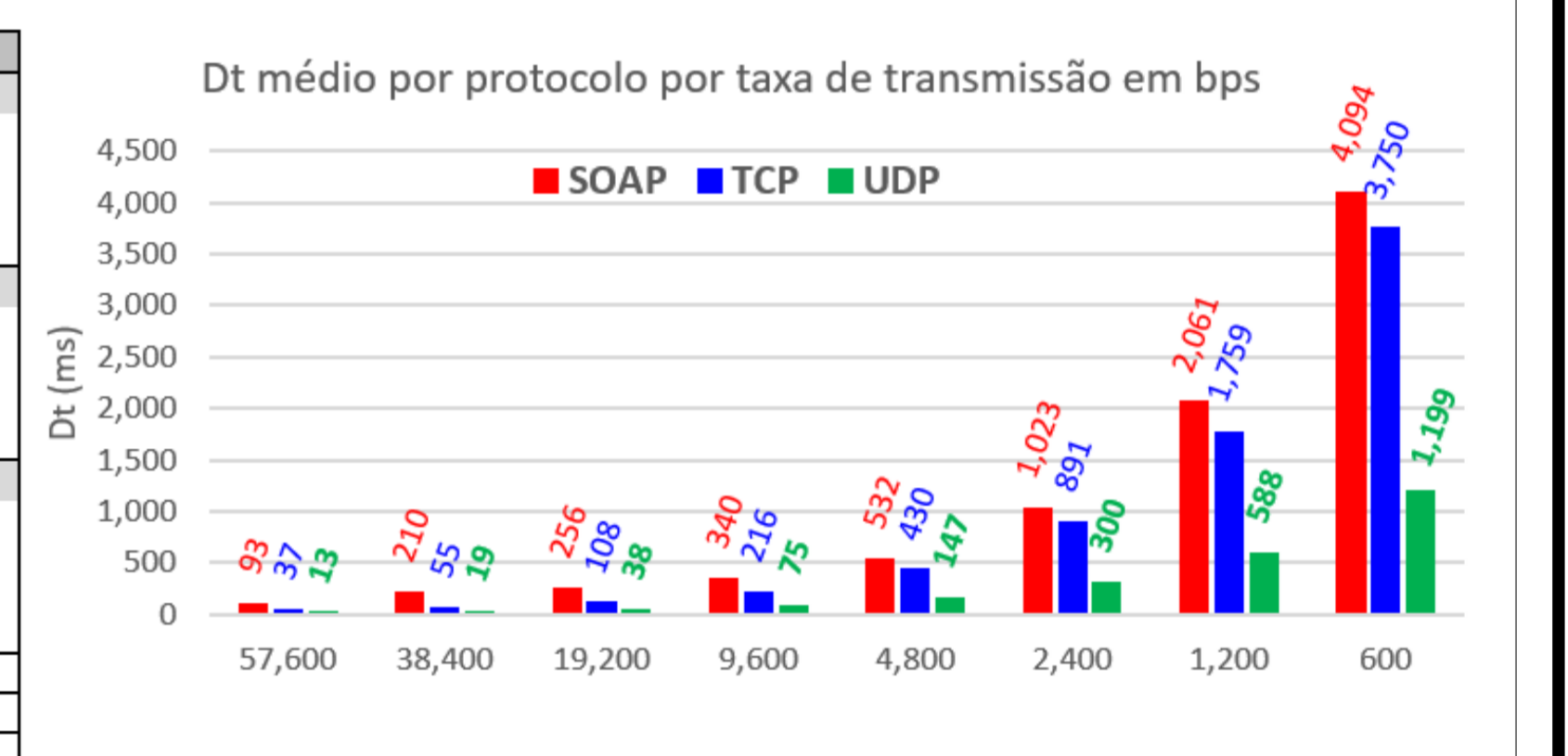


III. RESULTADOS

Foram realizados testes para comparação do desempenho do uso de três protocolos para o envio das informações de uma mensagem Informe de localização: SOAP, TCP e UDP. Foi medido, pelo gerador das informações de localização, o intervalo de tempo transcorrido entre o início da transmissão da mensagem com as informações do Informe e o término da recepção da mensagem de confirmação de recebimento da mesma. Esse intervalo de tempo foi chamado de "Delta t" ou simplesmente Dt. Os experimentos para a medição do Dt consistiram no envio de 1.000 mensagens em cada protocolo, SOAP, TCP e UDP, com intervalo de 5 segundos entre cada uma, nas taxas de transmissão de dados típicas de redes rádio: 600, 1.200, 2.400, 4.800, 9.600, 19.200, 38.400 e 57.600 bps. Foram registrados os Dt de cada mensagem, o desvio padrão dos Dt para o envio das 1.000 mensagens e os valores máximos e mínimos do Dt. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela e no gráfico abaixo.

Conforme pode ser observado nos números obtidos, o protocolo SOAP insere retardo bastante elevado quando comparado com TCP e UDP em redes com baixa taxa de transmissão. O UDP consegue entregar as mesmas informações em 22% do tempo que o SOAP para uma rede de 9.600 bps. Desta forma, o SOAP deve ser utilizado apenas em redes estratégicas, enquanto que o UDP deve ser utilizado em redes táticas que utilizam rádios.

Taxa	57.600	38.400	19.200	9.600	4.800	2.400	1.200	600
SOAP								
Dt médio	93	210	256	340	532	1.023	2.061	4.094
Desv Pd Dt	52	116	108	69	85	125	204	282
Max Dt	94	1.195	1.299	1.227	1.480	1.804	3.602	4.866
Min Dt	0	135	181	272	450	879	1.805	3.782
TCP								
Dt médio	37	55	108	216	430	891	1.759	3.750
Desv Pd Dt	2	3	7	14	29	58	119	188
Max Dt	42	63	123	247	491	984	2.058	4.298
Min Dt	34	50	96	196	390	790	1.588	3.347
UDP								
Dt médio	13	19	38	75	147	300	588	1.199
Desv Pd Dt	1	1	1	2	4	9	18	40
Max Dt	14	21	41	83	156	343	635	1.356
Min Dt	12	18	35	68	135	281	543	1.072
TCP/SOAP	40%	26%	42%	64%	81%	87%	85%	92%
UDP/TCP	36%	35%	35%	34%	34%	34%	33%	32%
UDP/SOAP	14%	9%	15%	22%	28%	29%	29%	29%



IV. CONCLUSÃO

O projeto INTERC2 desenvolve prova de conceito, juntamente com a equipe do RDS-Defesa, com o objetivo de permitir a interoperabilidade de aplicações de C2 táticas com a PINTERC2, para que as informações geradas por elas sejam disponibilizadas também no nível estratégico de forma tempestiva.

Com base nos resultados obtidos até o momento, juntamente com a solução doutrinária do MD para OpCj, que prevê a utilização de uma rede tática conjunta, é então proposta uma arquitetura para a interoperabilidade de redes táticas e legadas com a PINTERC2. Tal arquitetura prevê a utilização de gateways táticos e estratégicos, de forma que o SOAP somente é utilizado em redes estratégicas, enquanto nas redes táticas é utilizado o UDP.

A arquitetura proposta permite que sejam, também, integradas redes legadas, de forma que as informações geradas nas mesmas também sejam disponibilizadas via PINTERC2. É também viabilizada na arquitetura proposta a interoperabilidade entre frações operacionais de diferentes redes táticas, por intermédio dos gateways táticos.

Os gateways previstos na arquitetura implementam, de forma distribuída, o conceito do Multi Data Link Processor (MDLP), que viabiliza a interoperabilidade entre redes táticas especializadas, legadas e estratégicas via software, com tolerância a falhas e reduzindo custos que seriam necessários para sua implementação em hardware.

REFERÊNCIAS

- Cecílio, Edmundo L. Botelho, Tomás A. T., Calvelli, Jorge E. RDS-Defesa na Interoperabilidade Tática com o Barramento INTERC2: Prova de Conceito. XXI SIGE. São José dos Campos, 2019.
- THE JOINT C3 INFORMATION EXCHANGE DATA MODEL, JC3IEDM-Main-3.1.4. Disponível em: <https://public.mip-interop.org/Public%20Document%20Library/04-Baseline_3.1/Interface-Specification/JC3IEDM/JC3IEDM-Main-3.1.4.pdf >, Acesso em: 15/06/2020.
- ADEM. Alternate Development and Exchange Method. Disponível em: https://mip.army.gr/en/Home/Cherries. Acesso em: 15/06/2020.
- Sá, Manoel P, Botelho, Tomás A. T. e Calvelli, Jorge E., Simulação Integrada de Comando e Controle. XX SIGE. São José dos Campos, 2018.
- KOVARIK, V. Software defined radio: The Software Communications Architecture. Inglaterra: John Wiley & Sons Ltd, 2007.
- Paiva Jr, N. M.; Marques, E. C.; Silva, F. A. B.; Moraes, R. F.; Moura, D. F. C.; Galdino, J. F. Introdução ao Desenvolvimento de Rádios Definidos por Software para Aplicações de Defesa. In: Simpósio Brasileiro de Telecomunicações (SBrT), 12., Brasília, 2012.
- Paiva Jr, N. M.; Marques, E. C.; Silva, F. A. B.; Moraes, R. F.; Moura, D. F. C.; Galdino, J. F. Introdução ao Desenvolvimento de Rádios Definidos por Software para Aplicações de Defesa. In: Simpósio Brasileiro de Telecomunicações (SBrT), 12., Brasília, 2012.
- Software Communications Architecture Specification version 2.2.2, de 15 de maio de 2006, elaborado por JTRS Standards, Joint Program Executive Office (JPEO), Joint Tactical Radio System (JTRS).