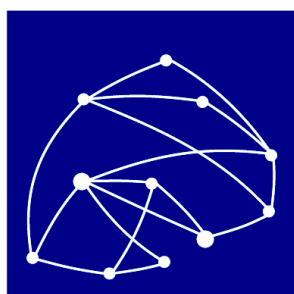


## 5G IoT

Atividade 1.5 - Definição das aplicações  
que serão utilizadas nos testes de campo  
e rede piloto

***Inatel***  
*Instituto Nacional de Telecomunicações*



**RNP**

### Histórico de Atualizações:

Versão	Data	Autor(es)	Notas
1	17/05/2019	Alexandre Carvalho Ferreira (Inatel) Juliano Silveira Ferreira (Inatel) Luciano Leonel Mendes (Inatel) Antonio Carlos de Oliveira Jr. (UFG) Kleber Vieira Cardoso (UFG)	Elaboração de conteúdo
2	14/06/2019	Luciano Leonel Mendes (Inatel)	Revisão de texto

## Sumário

1	Introdução	1
2	Aplicação de referência para a realização de testes de campo	2
3	Proposta para interligação entre a solução 5G do Inatel e os <i>gateways</i> do SOFTWARE4IoT	4
3.1	Integração do <i>gateway</i> do SOFTWARE4IoT com transceptor 5G do Inatel . . . .	4
3.2	Integração do <i>gateway Manager</i> do SOFTWARE4IoT com transceptor 5G do Inatel	6
3.3	Integração do <i>gateway</i> do SOFTWARE4IoT com transceptor 5G-IoT do INATEL	6
4	Conclusões	9

## Acrônimos

IoT *Internet of Things*

1

# 1 Introdução

A disponibilização de uma rede de comunicação que possa atender o ambiente rural e áreas remotas viabiliza e potencializa a criação e implantação de um grande universo de aplicações e serviços que podem ampliar a capacidade produtiva do Brasil e impactar de maneira positiva em aspectos econômicos e sociais. O universo de aplicações e dispositivos que podem ser empregados exigem, entretanto, que uma rede de comunicação bastante robusta e flexível esteja disponível nos ambientes rurais e remotos.

O projeto 5G IoT contempla o desenvolvimento de um protótipo de um transceptor 5G a ser especificado com objetivo de prover uma rede de comunicação que suporte aplicações de IoT (*Internet of Things*) no agronegócio e em áreas remotas. A especificação da rede de comunicação e do protótipo a ser desenvolvido utilizará como referência inicial as informações identificadas ao longo da execução do projeto 5G IoT, como por exemplo, as informações relacionadas aos requisitos de rede apresentadas no relatório da atividade 1.4 [1]. Ao longo da execução do projeto, entretanto, tais definições deverão ser avaliadas, revisadas e complementadas com base em estudos adicionais, simulações computacionais e testes práticos.

Com objetivo de evidenciar a capacidade funcional da rede de comunicação a ser especificada e do protótipo do transceptor 5G a ser desenvolvido, foi prevista a realização, além das simulações computacionais, de testes práticos demonstrativos e de testes pilotos em campo. O presente relatório apresenta um exemplo de aplicação base que pode ser empregada em tais testes, devido ao fato da mesma exigir da rede de comunicação requisitos chaves semelhantes aos demandados pelas aplicações de IoT para o agronegócio e em áreas remotas. Além disso, foi avaliada a complexidade e viabilidade de reprodução da aplicação, tipos e quantidades de dispositivos envolvidos, bem como a relevância da aplicação funcional demonstrada. O relatório apresenta também algumas propostas para a interligação entre a solução do transceptor 5G a ser desenvolvido pelo Inatel e os *gateways* do SOFTWAY4IoT.

## 2 Aplicação de referência para a realização de testes de campo

Um cenário ou aplicação de demonstração que permite evidenciar o atendimento dos requisitos principais demandados pelas aplicações de IoT no agronegócio e áreas remotas, descritas no relatório da atividade 1.4 [1], está ilustrado na Figura 1. Este cenário de demonstração integra diferentes aplicações, como o sensoriamento de solo e monitoramento meteorológico, que exploram dispositivos fixos com transmissão de dados de sensores de maneira eventual. Além disso, o cenário apresentado considera a integração e comunicação com dispositivos móveis como drone ou maquinário agrícola. Esta aplicação de demonstração considera também a viabilização do acesso a serviços de Internet em áreas remotas.

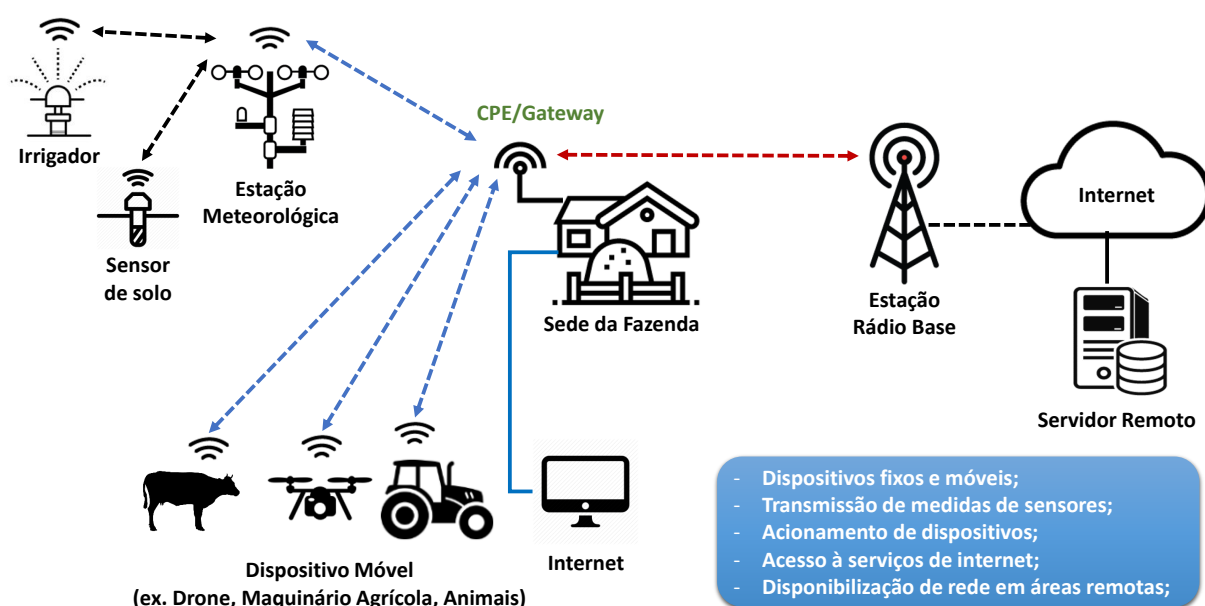


Figura 1: Uma aplicação de referência para a realização de testes de campo da rede 5G.

A seguir estão apresentados os principais fatores técnicos contemplados pela aplicação de demonstração em questão:

- Considera o sensoriamento de solo e monitoramento meteorológico que são aplicações classificadas como sendo de alto potencial de impacto econômico e social e que alavanca produtos estratégicos para a balança comercial brasileira, conforme descrito no relatório da atividade 1.3 [2].
- Considera o sistema de irrigação, evidenciando a capacidade de realização de acionamento de dispositivos através da rede. Aplicações de irrigação associadas ao monitoramento meteorológico são consideradas como sendo de alto potencial de impacto econômico e social e alavanca produtos estratégicos para a balança comercial brasileira, conforme descrito no relatório da atividade 1.3 [2].
- Permite evidenciar a capacidade da rede na comunicação com dispositivos sensores fixos, no caso do sensor de solo e estação meteorológica, para a transmissão de informações de maneira eventual. A comunicação com dispositivos fixos para leitura de dados de

sensores é considerada pela maioria das aplicações de IoT avaliadas pelo projeto, conforme mencionado no relatório da atividade 1.4 [1].

- Permite evidenciar a capacidade da rede na comunicação com dispositivos móveis, no caso do drone ou maquinário agrícola. A comunicação com dispositivos móveis é considerada pela maioria das aplicações de IoT avaliadas no projeto, conforme mencionado no relatório da atividade 1.4 [1]. Este tipo de comunicação é demandada, dentre outras aplicações, para o sensoriamento de maquinários agrícolas que é uma aplicação classificada como de alto potencial de impacto econômico e social e que alavanca produtos estratégicos para a balança comercial brasileira, conforme descrito no relatório da atividade 1.3 [2].
- Permite evidenciar o funcionamento da rede de acesso requerida para a comunicação com os dispositivos que compõe aplicações de IoT no agronegócio, projetos de pesquisa e em áreas remotas de maneira geral;
- Permite evidenciar o funcionamento da rede de transporte e a disponibilização de uma rede de comunicação requerida em áreas remotas, bem como o acesso à internet, que são requisitos demandados pela maioria das aplicações de pesquisa relacionadas ao agronegócio, conforme apresentado no relatório da atividade 1.3 [2].

É importante ressaltar que a aplicação de demonstração apresentada será utilizada como referência inicial para o planejamento dos testes de campo a serem realizados após a implementação da rede e do transceptor 5G. A aplicação de demonstração a ser implementada na prática pode ser diferente da proposta inicial apresentada devido à alterações e adaptações que venham a ser necessárias em função da identificação de possíveis melhorias ou em função da disponibilidade de equipamentos, de restrições técnicas, além das condições geográficas e estruturais do ambiente de demonstração em campo.

### 3 Proposta para interligação entre a solução 5G do Inatel e os *gateways* do SOFTWAY4IoT

Esta seção tem como objetivo apresentar as formas de integração dos *gateways* (Gw-SW4IoT) e *gateway Manager* (Gw-Man) do SOFTWAY4IoT (*Software-Defined Gateway and Fog Computing for IoT (Internet of Things)*) [3, 4] com o transceptor 5G a ser desenvolvido pelo Inatel.

#### 3.1 Integração do *gateway* do SOFTWAY4IoT com transceptor 5G do Inatel

O *gateway* do SOFTWAY4IoT possui suporte nativo ao uso de interface da tecnologia Ethernet para comunicação de dados. Normalmente, a interface Ethernet é utilizada no *gateway* do SOFTWAY4IoT para fornecer conectividade com o *gateway Manager* e para acesso à Internet. O transceptor do Inatel também tem disponível interface da tecnologia Ethernet e, portanto, essa é a solução indicada para a integração inicial com o *gateway* do SOFTWAY4IoT. Nesse contexto, o transceptor 5G do Inatel passa a compor o *backhaul* (infraestrutura de acesso) do *gateway* do SOFTWAY4IoT. O uso do transceptor 5G do Inatel como *backhaul* oferece ao *gateway* do SOFTWAY4IoT acesso à Internet, sem fio, de longa distância (dezenas de quilômetros) e com alta vazão (dezenas a centenas de Mbps).

A Figura 2 ilustra essa abordagem, em uma configuração na qual o *gateway* (Gw-SW4IoT) e *gateway Manager* (Gw-Man) do SOFTWAY4IoT se encontram próximos (e.g., dentro da mesma rede), mas em equipamentos diferentes.

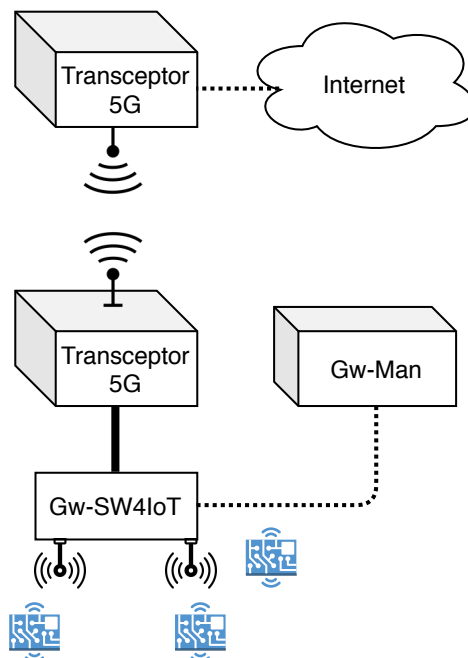


Figura 2: Integração do *gateway* do SOFTWAY4IoT (Gw-SW4IoT) com transceptor 5G do Inatel, com *gateway Manager* (Gw-Man) fazendo parte da mesma infraestrutura.

Além do cenário ilustrado na Figura 2, é possível posicionar o *gateway Manager* do SOFTWAY4IoT



de duas outras maneiras diferentes: no mesmo equipamento em que se encontra o *gateway* (Figura 3) e em uma infraestrutura virtualizada de nuvem (Figura 4).

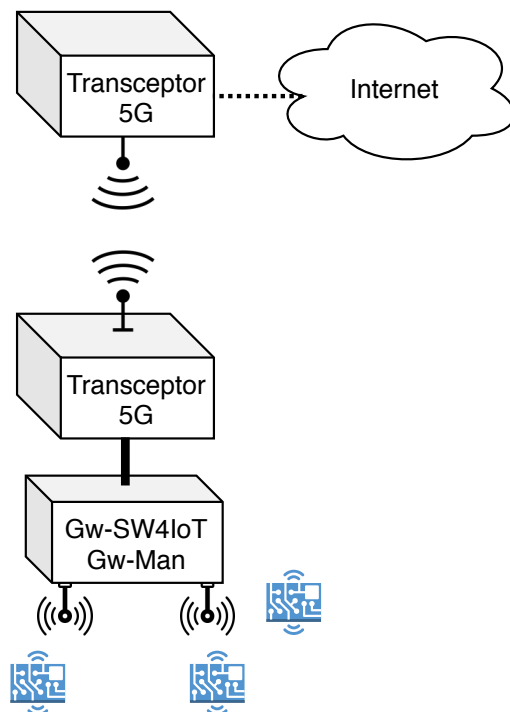


Figura 3: *Gateway Manager* sendo executado no mesmo equipamento que o *gateway*.

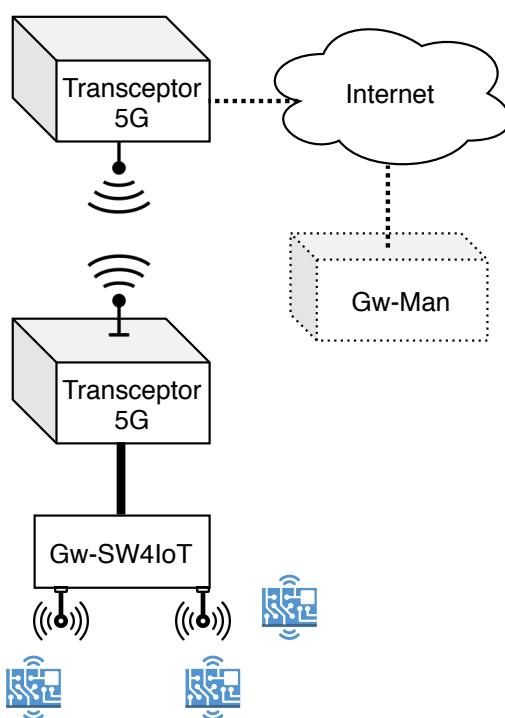


Figura 4: *Gateway Manager* sendo executado em infraestrutura de nuvem.

No relatório sobre os requisitos de integração entre SOFTWARE4IoT e FIWARE [5], é descrita a solução para permitir a comunicação entre os dispositivos IoT e a plataforma FIWARE. Essa solução funciona de forma independente do posicionamento do gateway Manager. De fato, a solução adotada também não se altera nos demais cenários apresentados a seguir neste documento.

### 3.2 Integração do *gateway Manager* do SOFTWARE4IoT com transceptor 5G do Inatel

Na configuração na qual o *gateway* (Gw-SW4IoT) e *gateway Manager* (Gw-Man) do SOFTWARE4IoT se encontram próximos, mas em equipamentos diferentes, pode ser útil conectar o transceptor 5G do Inatel com o *gateway Manager*. Essa abordagem traz vantagens quando há mais de um *gateway* sendo controlado pelo *gateway Manager*, uma vez que o tráfego desses *gateways* pode ser encaminhado através de seu respectivo *gateway Manager*. A Figura 5 ilustra esse cenário.

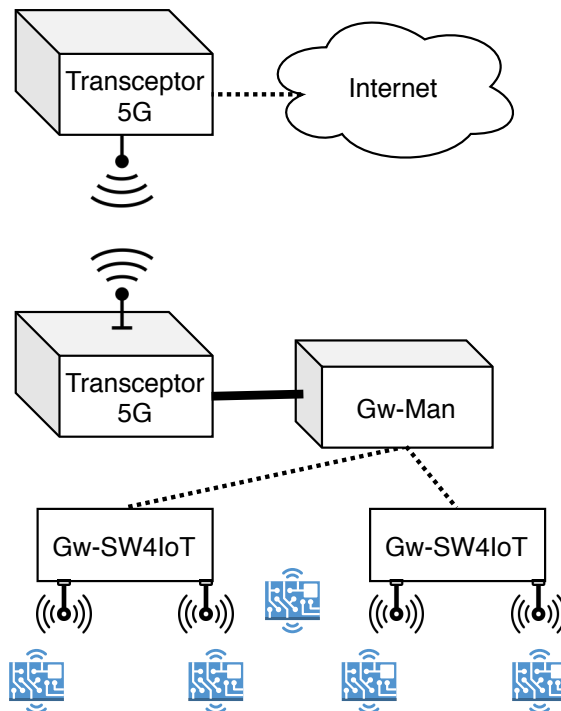


Figura 5: Integração do *gateway Manager* do SOFTWARE4IoT com transceptor 5G do Inatel, na situação em que há múltiplos *gateways* na mesma região.

### 3.3 Integração do *gateway* do SOFTWARE4IoT com transceptor 5G-IoT do INATEL

Com o transceptor 5G-IoT do Inatel, o serviço de comunicação é diferente do transceptor 5G descrito anteriormente. O transceptor 5G-IoT visa oferecer comunicação sem fio diretamente para dispositivos IoT e, portanto, a vazão e alcance tendem a ser menores em relação aos oferecidos pelo transceptor 5G. Em contrapartida, se torna viável a implementação com

hardware de custo mais baixo, em especial, no que refere ao rádio definido por software e demais componentes relacionados à comunicação sem fio (como circuito de amplificação e antenas).

Assim, é possível implementar o transceptor 5G-IoT do Inatel diretamente sobre o *gateway* do SOFTWAY4IoT para comunicação sem fio com os dispositivos IoT, além das tecnologias já suportadas (e.g., Wi-Fi, LoRa, Zigbee) pelo SOFTWAY4IoT. A Figura 6 ilustra a implementação do transceptor 5G-IoT como uma das interfaces sem fio do *gateway* do SOFTWAY4IoT.

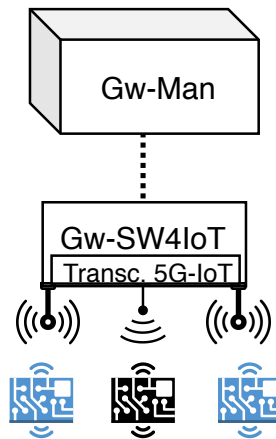


Figura 6: Transceptor do 5G-IoT (TxRx-5G-IoT) sendo executado com uma das interfaces sem fio implementada em software dentro do *gateway* do SOFTWAY4IoT.

Nesse contexto, em que o transceptor 5G-IoT do Inatel é implementado sobre o *gateway* do SOFTWAY4IoT, é necessário definir uma API (*Application Program Interface*) para interação entre os dois sistemas de software, i.e., SOFTWAY4IoT e 5G-IoT. Essa interface será definida entre as equipes do Inatel e da UFG e será descrita como parte da atualização da documentação do SOFTWAY4IoT.

Vale ressaltar que a integração do transceptor 5G-IoT com o *gateway* do SOFTWAY4IoT não foi prevista originalmente e, portanto, sua realização é considerada secundária. Caso a integração primária, baseada no transceptor 5G, possa ser antecipada e as equipes consigam especificar e implementar o software necessário, então essa integração secundária será buscada.

Naturalmente, é possível combinar os dois tipos de transceptores desenvolvidos pelo Inatel com o SOFTWAY4IoT. Por exemplo, a Figura 7 ilustra o transceptor 5G do Inatel sendo usado como *backhaul* para um *gateway*, o qual também oferece acesso a dispositivos IoT através do transceptor 5G-IoT. No cenário ilustrado, o *gateway* é controlado por um *gateway Manager* remoto localizado em alguma infraestrutura virtualizada de nuvem.

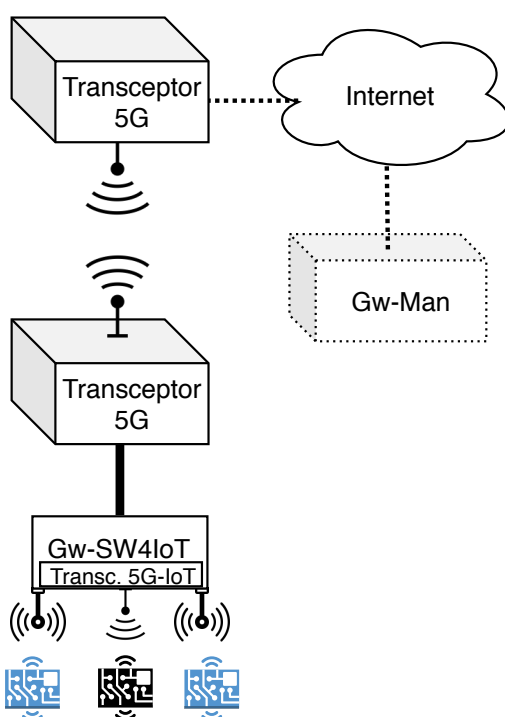


Figura 7: Integração do *gateway* do SOFTWARE4IoT com transceptores 5G e 5G-IoT do Inatel. O transceptor 5G é usado como *backhaul*, enquanto o transceptor 5G-IoT é usado como tecnologia de comunicação sem fio para dispositivos IoT.

## 4 Conclusões

O projeto 5G IoT contempla o desenvolvimento de um protótipo de um transceptor 5G, a ser especificado, com objetivo de prover uma rede de comunicação que suporte e potencialize o emprego de aplicações de IoT no agronegócio e em áreas remotas. O projeto prevê a realização de testes de campo para evidenciar a capacidade funcional da rede de comunicação especificada, além da realização de simulações computacionais.

Este relatório apresentou um exemplo de aplicação de demonstração que pode ser utilizada para a realização dos testes de campo, visando evidenciar funcionalidades principais contempladas pelo sistema concebido. A aplicação mencionada considera aspectos técnicos e requisitos principais demandados por grande parte das aplicações de IoT identificadas ao longo do projeto 5G IoT. A aplicação de demonstração apresentada servirá como referência inicial para o planejamento dos testes de campo da rede e do transceptor 5G. Essa aplicação de demonstração pode sofrer alterações e adaptações em relação ao exposto neste relatório, devido à restrições ou melhorias que venham a ser identificadas ao longo da execução do projeto.

A capilaridade da aplicação de demonstração pode ser ampliada com o uso do *gateway* SOFTWAY4IoT, uma vez que esta solução já possui conectividade empegando diversas tecnologias sem fio. Desta forma, o transceptor 5G previsto neste projeto poderá ser utilizado para conectar diversos outros dispositivos que empreguem os mesmos protocolos de comunicação implementados.

## Referências

- [1] Centro de Referência em Radiocomunicação (CRR) Inatel, “Atividade 1.4 - Definição dos requisitos de desempenho das aplicações com maior potencial de impacto social e econômico e avaliação da exequibilidade técnica de implementação destas aplicações,” *5G IoT*, Março 2019.
- [2] Centro de Referência em Radiocomunicação (CRR)-Inatel, “Atividade 1.3 - Definição das aplicações, dentre as levantadas nas atividades 1.1 e 1.2, com maior potencial de impacto social e econômico para o Brasil,” *5G IoT*, Março 2019.
- [3] K. V. Cardoso, A. C. de Oliveira Júnior, and S. L. Correa, “SOFTWAY4IoT: Software-Defined Gateway and Fog Computing for IoT (Internet of Things),” *WRNP 2018 - Workshop da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa*, May 2018.
- [4] K. V. Cardoso, A. C. de Oliveira Jr., and S. L. Correa, “SOFTWAY4IoT: Software-Defined Gateway and Fog Computing for IoT (Internet of Things),” *WRNP 2019 - Workshop da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa*, May 2019.
- [5] Equipe SOFTWAY4IoT, “Proposta para integração entre FIWARE e SOFTWAY4IoT,” *Pacote de trabalho 2 - Entrega 1*, 2019.