*Por Rafael Moreno, Carlos Lorena Neto, Dick Melgarejo e Renato Coutinho**

Capítulo IX

IoT e conectividade para áreas remotas

Introdução

Durante a série de artigos sobre Internet das Coisas (IoT) da revista O Setor Elétrico, tratamos dos benefícios que as soluções em IoT podem trazer para a companhia de energia elétrica e seus usuários, explorando aspectos desde a introdução de seu conceito no setor e sua relação com o Smart Grid, até aplicações em lares e carros inteligentes, indústria e iluminação pública, por meio do uso de plataformas de dados e modelos analíticos, sustentadas por modelos de negócio consistentes para sua viabilização.

Para que as oportunidades sejam aproveitadas, as 'coisas' já fazem parte do dia a dia das empresas, porém, o acesso à internet nem sempre é um recurso disponível. No ambiente urbano temos o atendimento de acesso à internet ofertado pelas operadoras de rede móvel - Serviço Móvel Pessoal (SMP) – e provedores regionais para Serviço de Comunicação Multimídia (SCM), sendo ambos os serviços na maioria das vezes classificados como essenciais. Já a rede para atendimento às demandas de automação ou telemetria no ambiente das distribuidoras de energia elétrica são classificadas como redes de missão crítica. A rede de missão crítica se difere de uma rede SMP ou SCM principalmente pelos requisitos de alta disponibilidade e abrangência na cobertura, com baixa densidade de terminais se comparada às demais redes. Em outras palavras, as redes SMP e SCM não atendem a aspectos e requisitos de missão crítica, seja em cobertura, seja em disponibilidade.

Para suprir esta limitação, as distribuidoras investiram em infraestrutura de telecomunicações própria, incluindo não só o investimento inicial na construção da rede, como também seu custo de operação e manutenção. Além do custo recorrente, na maioria dos casos, a demanda por banda de comunicação é bem menor que a suportada pelas tecnologias implantadas pelas grandes operadoras. Este cenário resultou no processo de criação de empresas independentes para prestação de serviços de telecomunicação, não só para a própria distribuidora, mas para clientes externos também, originando uma nova empresa dentro da distribuidora.

Este cenário é muito similar ao de outros setores da economia que também têm forte necessidade de conectividade em localidades remotas, como por exemplo, o setor agrícola. Alguns projetos de sucesso neste setor utilizaram tecnologias totalmente diferentes das utilizadas atualmente no setor elétrico e têm grande potencial em auxiliar tais companhias a prover conectividade que viabilizam projetos de IoT através da maior cobertura de seu sinal, bem como barateamento da infraestrutura.

Este artigo apresenta um importante resultado obtido através do projeto AgroTICS, apoiado pelo BNDES através do Plano de Ação Conjunta PAISS Agrícola, lançado em 2014 com o objetivo de fomentar a inovação em tecnologias agrícolas para o setor sucroalcooleiro. O projeto está em andamento e é executado pela Fundação CPqD, responsável por todo o desenvolvimento tecnológico, tendo como interveniente a empresa Trópico, indústria responsável pela implantação e comercialização da solução no mercado, sendo ambas localizadas em Campinas/SP. Além disso, o projeto conta com a parceria do Grupo São Martinho, o maior produtor do setor sucroenergético do Brasil e beneficiária da tecnologia gerada no projeto.

Conectividade em áreas remotas

Um dos principais motivadores endereçados através do projeto AgroTICS é

a escassez de conectividade banda larga em áreas remotas do Brasil, o que inviabiliza a implantação massiva de aplicações de IoT para o setor agrícola ou outros que possuam cenários de implantação de dispositivos similares, como é o caso do setor elétrico.

Para melhor ilustrar o panorama da conectividade em locais afastados no Brasil, é apresentada na Figura 1 uma visão de todas as estações rádio base atualmente implantadas pelas operadoras móveis no Mato Grosso. Tais equipamentos são montados no alto de torres de comunicação e visam o provimento de cobertura celular (2G/3G/4G) para uma determinada região, limitada a alguns quilômetros de raio.

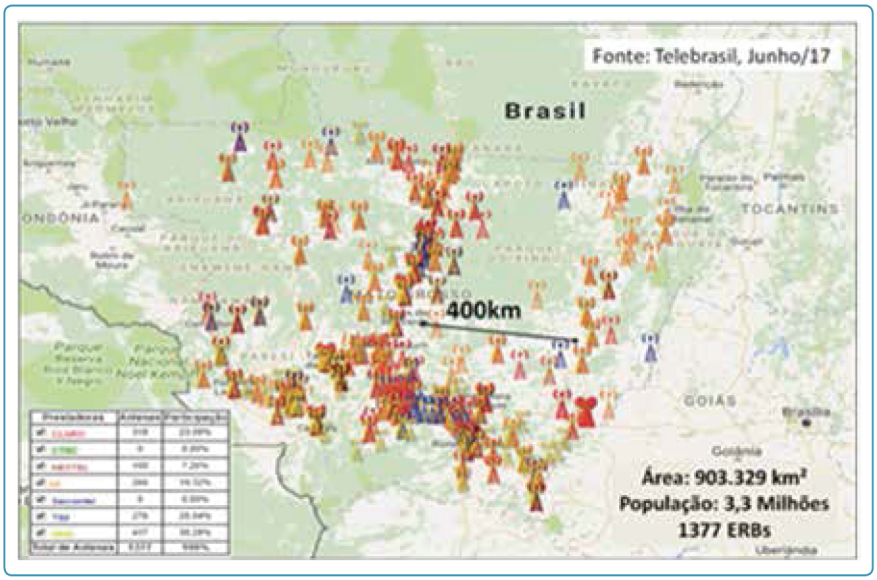

Figura 1 – Mapa de localização de estações rádio base de operadoras celulares em Mato Grosso.

É possível notar uma grande concentração destes equipamentos em centros com alta densidade urbana, como é o caso de Cuiabá e Rondonópolis, e também ao longo da extensão de rodovias, onde existe muita demanda por capacidade de rede e uso de dados por consumidores, sendo empresas ou assinantes comuns do serviço móvel pessoal. Uma vez fora destes eixos existem grandes vales, da ordem de centenas de quilômetros, onde não há atualmente conectividade banda larga móvel, ou até mesmo serviço de voz, dificultando, portanto, a implantação de soluções em IoT para o setor elétrico ou agrícola com operação nestas regiões. O cenário de conectividade no Mato Grosso pode ser extrapolado para todo o Brasil, incluindo-se para regiões melhores servidas pelas operadoras móveis, como é o caso do estado de São Paulo. Assim, evidencia-se a existência da escassez de conectividade em áreas remotas no país.

Diante desta situação, empresas

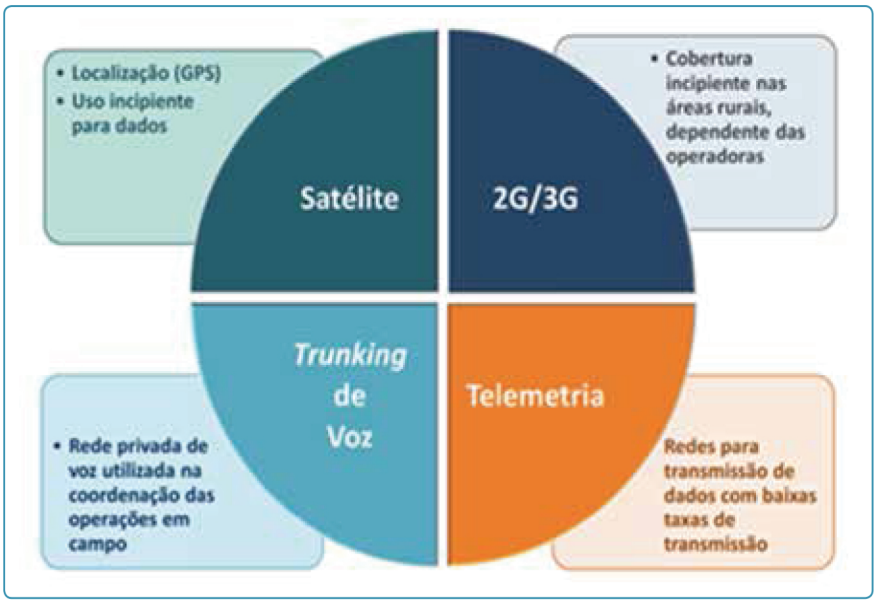

Figura 2 – Tecnologias utilizadas atualmente em áreas remotas.

concessionárias do setor elétrico e produtores agrícolas costumam adotar tecnologias existentes no mercado, como forma de minimizar a escassez de recursos de telecomunicações e, assim, implementar o mínimo de facilidades e melhorias de processos em sua operação. A Figura 2 apresenta as principais tecnologias em uso em áreas remotas atualmente para o provimento de conectividade a sensores/atuadores e para coordenação de atividades e operações em campo.

Excetuando-se as tecnologias 2G/3G ofertadas pelas operadoras móveis que, conforme mencionado anteriormente, apresentam uma cobertura muito incipiente em áreas rurais e remotas, observa-se um uso muito disseminado de redes privadas de voz (trunking) para comando e coordenação de operações em campo, seja para suporte e despacho de equipes de manutenção de redes elétricas, quanto para atividades relacionadas à operação agrícola de um determinado produtor. A infraestrutura geralmente é provida e mantida por terceiros e o uso de frequências é autorizado pela Anatel para a própria concessionária através do Serviço Limitado Privado (SLP).

Quando falamos de conectividade com sensores existem hoje tecnologias bem difundidas no mercado, com interfaces sem fio padronizadas e facilmente integráveis a uma rede de comunicação. Muitas delas baseiam-se em topologias mesh, em que cada dispositivo se conecta a outro situado em sua proximidade e, através de saltos, a informação é levada até um ponto de acesso à internet, em que poderá ser armazenada em uma infraestrutura computacional local ou em nuvem. Apesar de atenderem a alguns cenários de conectividade em áreas remotas, essas interfaces operam com baixa taxa de dados, o que restringe a gama de aplicações IoT possíveis de serem implementadas sobre elas.

Já o uso de satélites é majoritariamente para localização (GPS), com pouco uso para tráfego de dados, devido a custos elevados de uso do espectro de frequência e dos equipamentos envolvidos, e também às restrições de taxa do tráfego de subida (uplink), que dificultam sua adoção.

Diante deste cenário e das alternativas disponíveis no mercado para atender às demandas de conectividade em áreas remotas e, considerando a alta demanda por aplicações que exijam, para seu melhor aproveitamento no setor agrícola, o uso de banda larga, iniciou-se em 2014 uma aproximação do CPqD com o Grupo São Martinho. O encontro deu-se contextualizado pela oportunidade de submissão de projetos no edital do PAISS Agrícola do BNDES, com o objetivo de promover a inovação no setor sucroenergético por meio do desenvolvimento de equipamentos ou processos que aumentem a produtividade no setor. Pela aproximação e, com o avanço das discussões com o grupo, elegeu-se como um dos objetivos do projeto o principal fator bloqueante para a implantação de IoT no campo: o desenvolvimento de uma infraestrutura de conectividade banda larga IoT para áreas remotas. Apesar de o foco do projeto ser para o setor agrícola, a solução gerada tem aplicação direta nos cenários remotos do setor elétrico.

Arquitetura proposta no projeto AgroTICS

O projeto AgroTICS foi concebido e estruturado a partir de uma arquitetura típica adotada para soluções verticalizadas em IoT, conforme apresentado na Figura 3. Em um primeiro nível, apresenta uma camada de sensores e atuadores (dispositivos), tipicamente encontrados a baixo custo no mercado e que possuem interfaces de comunicação padronizadas para facilitar sua integração às diversas alternativas de tecnologias de conectividade disponíveis. No caso específico do projeto, os sensores em questão estão montados de forma nativa nas máquinas agrícolas envolvidas nos processos de plantio e colheita da cana-de-açúcar, e disponibilizam seus dados através de barramentos CAN (Controller Area Network), amplamente difundidos no setor automotivo. Outros exemplos de elementos e dispositivos conectados através da infraestrutura do AgroTICS são sensores diversos (além dos disponíveis nativamente nas máquinas), GPS para geo-posicionamento e para habilitar aplicações futuras em agricultura de precisão, displays e computadores de bordo para controle de produtividade e apontamento de eventos de parada de máquina, entre outros. Dispositivos adicionais, como câmeras de alta resolução e smartphones/tablets também podem se conectar à infraestrutura através de uma interface padrão WiFi.

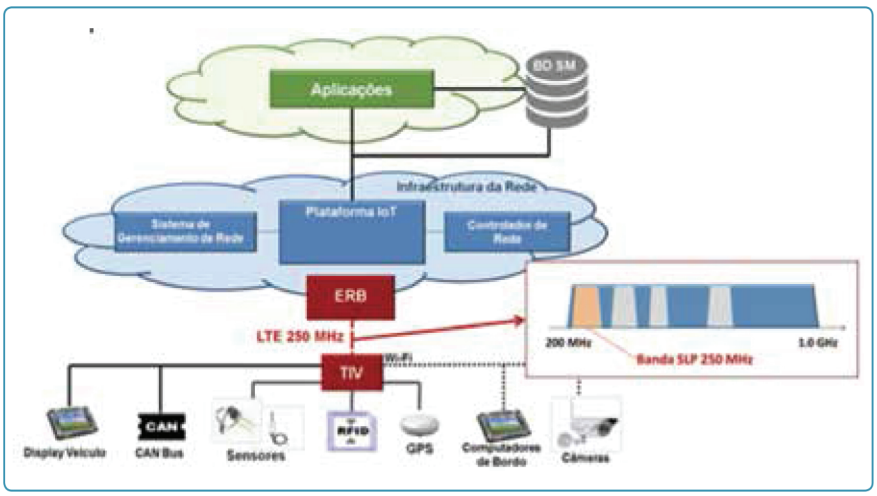

Figura 3 – Arquitetura do projeto AgroTICS.

Para que os dispositivos acima possam se conectar à infraestrutura do AgroTICS, foi considerado como parte do escopo do projeto o desenvolvimento de um gateway de comunicação denominado TIV (Terminal Inteligente Veicular). Este dispositivo é montado no interior das máquinas envolvidas na operação agrícola e se conecta a elas através de um chicote elétrico contendo linhas de alimentação, de acesso a barramentos CAN e sensores, bem como outras interfaces cabeadas para conexão com outros dispositivos. Uma vez montado e alimentado pela própria bateria destas máquinas, o dispositivo gera um campo para acesso WiFi local, bem como se comunica com o outro elemento da infraestrutura de rede, a estação rádio base, que também faz parte do escopo de desenvolvimento do projeto.

Como mencionado anteriormente, a estação rádio base (ERB) é o elemento responsável por irradiar o sinal banda larga sem fio a partir do alto de uma torre de comunicação. Um dos grandes diferenciais desta solução é que ela opera em uma das faixas SLP designadas pela Anatel para uso privado, a faixa de 250 MHz, de forma que esta habilita a implantação de uma infraestrutura proprietária, independentemente das operadoras móveis atuais (SMP), porém compatível com a tecnologia LTE (Long Term Evolution), padronizada mundialmente pelo órgão 3GPP.

Os dados provenientes dos TIVs e encaminhados para a ERB são armazenados em bancos de dados locais ou em nuvem para uso pela plataforma IoT do CPqD (Dojot), por meio de um protocolo padrão para aplicações em cenários de Internet das Coisas, o MQTT, compatível com a grande maioria de sensores e dispositivos de mercado para este foco. Adicionalmente, a plataforma IoT empregada é de código aberto, baseada no framework Fiware, utilizado internacionalmente por diversas instituições de pesquisa, universidades e grandes corporações como a Telefônica e a NEC. O principal objetivo da plataforma é estruturar e armazenar os dados para que estes sejam consumidos por aplicações a serem desenvolvidas por diferentes players e interessados no ecossistema de IoT implantado no campo.

Atualmente, a infraestrutura resultante do projeto está operacional no campo e com excelentes resultados, sendo alguns deles apresentados a seguir.

Resultados obtidos em campo

Com o objetivo de se avaliar os resultados do projeto AgroTICS de forma prática, uma rede experimental foi implantada na área de operação determinada no projeto. Foram realizadas as primeiras baterias de testes com 3 ERBs instaladas em torres da usina já pré-existentes e 20 TIVs que foram instalados em tratores, colhedoras e caminhões. Uma segunda fase de testes está em andamento, em que serão adicionados mais 7 ERBs e 80 TIVs para avaliar a escalabilidade da solução.

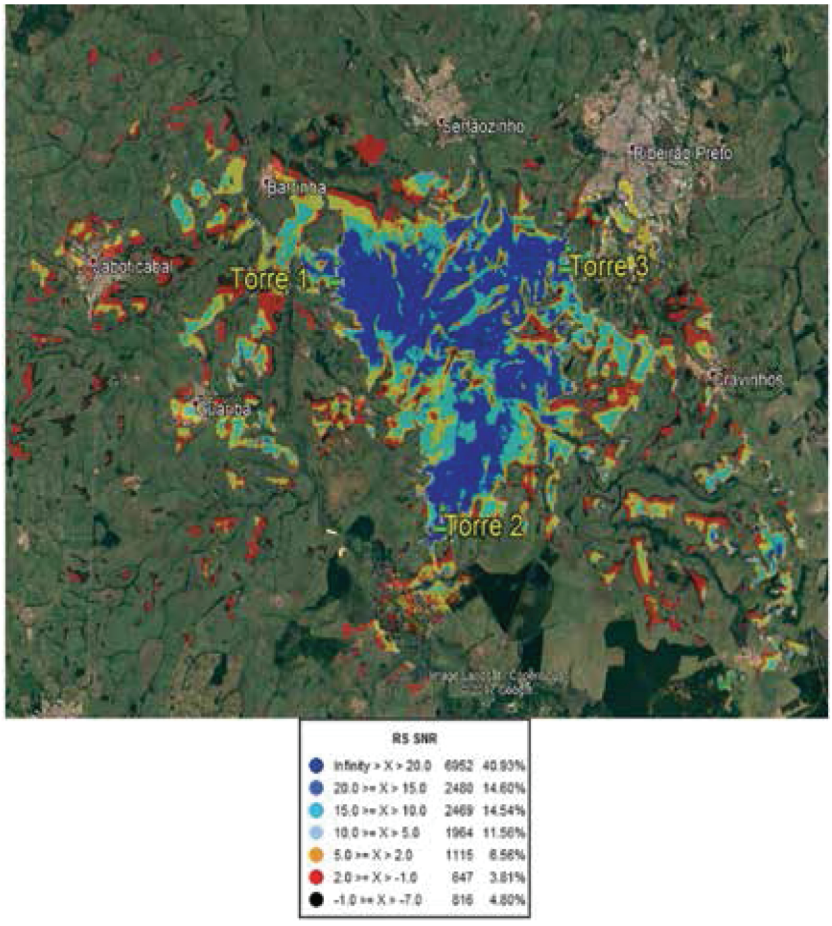

Figura 4 – Predição de cobertura conjunta para as 3 torres e escala SNR.

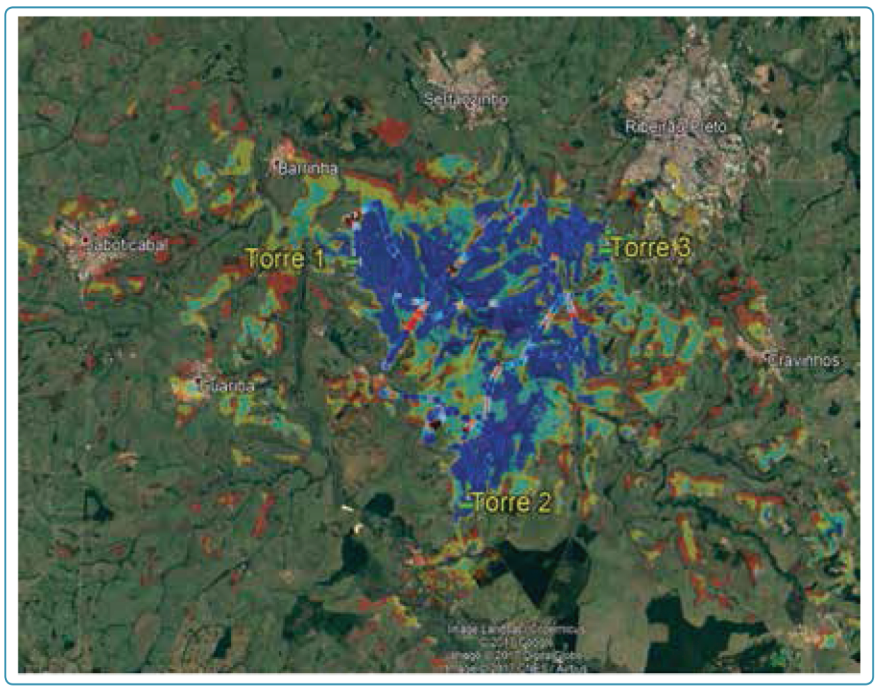

Figura 5 – Resultados de drive test x predição de cobertura.

A área experimental escolhida encontra-se no interior do Estado de São Paulo, na região de Ribeirão Preto, consistindo em um losango com diagonal de aproximadamente 85 km com uma extensa área de plantio e colheita de cana, cuja cobertura banda larga macrocelular será provida através da infraestrutura gerada no projeto AgroTICS.

Na Figura 4 vemos sobrepostas as informações de localização das 3 ERBs iniciais, apontamento e abertura das respectivas antenas e a predição de cobertura realizada em ambiente computacional de simulação de propagação, levando-se em conta aspectos relevantes, como o relevo, altura, potência de transmissão, sensibilidade, ganho das antenas e frequência de operação. A medida de SNR (Signal-to-Noise Ratio) dos equipamentos foi utilizada para escolha da composição de cores e também é apresentada na mesma figura. A escala mostra em tons de azul as regiões onde o serviço de vídeo é disponível, tons laranjas para serviços de voz e, por fim, em vermelho para serviços de telemetria.

Na Figura 5 foram sobrepostos ao mapa da figura anterior os resultados obtidos com o drive test realizado para fins de validação das predições. Nota-se uma boa correlação dos dados simulados com as medidas em campo. Além disso, foram obtidas vazões de dados na ordem de 2 Mbps em locais situados a 40 km de distância de uma das torres de comunicação mais próximas, permitindo o uso de aplicações tanto para telemetria quanto com emprego de vídeo.

Trata-se, portanto, de um resultado relevante para o setor agrícola no âmbito do projeto AgroTICS, mas que permite reaproveitamento direto no setor elétrico, dados os mesmos cenários de áreas de operação (remotas) e escassez em termos de conectividade.

Aplicabilidade para o setor elétrico

O setor elétrico possui questões operacionais que demandam, principalmente, rede de missão crítica com alta disponibilidade para automação de sua rede de geração, transmissão e distribuição. Estes três setores apresentam características similares quanto à abrangência, sempre definida por grandes áreas. Somada a necessidade de aplicação para rede de automação, que garante o fornecimento ininterrupto de energia elétrica, é crítica uma rede de comunicação eficiente para suas operações em campo (despacho). Uma terceira demanda é a necessidade de backhaul para redes de telemetria interligada aos medidores dos grupos A, B ou C.

Uma rede banda larga com operação em faixa SLP abaixo de 1 GHz, similar à desenvolvida no projeto AgroTICS, trataria imediatamente tais demandas para o setor elétrico, resolvendo suas principais necessidades operacionais e preparando a concessionária para o sistema de geração distribuída.

Referências

Plataforma Dojot: www.dojot.com.br
Fiware: https://www.fiware.org/
Telebrasil: http://telecocare.teleco.cl9.com.br/telebrasil/erbs/
AgroTICS: https://www.cpqd.com.br/releases/cpqd-implanta-rede-movel-banda-larga-em-usina-do-grupo-sao-martinho/
3GPP: http://www.3gpp.org/

**Rafael Moreno é engenheiro eletricista com MBA em Gestão de Projetos pela FAE Business School. Possui mais de 15 anos de experiência em pesquisa e desenvolvimento na área de telecomunicações. Atualmente é gerente de sistemas sem fio da Fundação CPqD em Campinas (SP).*

Dick Carrillo é engenheiro eletrônico com mestrado em Engenharia Elétrica com ênfase em sistemas de comunicação. É, atualmente, candidato a Doutor em Engenharia Elétrica na Unicamp. Ele possui mais de 15 anos de experiência em Telecomunicações nos setores de pesquisa e desenvolvimento.

Carlos Lorena Neto possui graduação em Engenharia Elétrica, especialização em Gestão Estratégica de Empresas pelo Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas. Atualmente cursa mestrado em Machine Learning na Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação da Unicamp. É engenheiro especialista da Fundação Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD) na área de tecnologias de comunicações sem fio.

Renato Coutinho é engenheiro eletrônico com MBA em Gestão Industrial. Possui 23 anos de experiência em telecomunicações nos setores de desenvolvimento, fabricação, operação e serviços. Experiência em elaboração de projetos de fomento e/ou financiamento FAPESP, FINEP e EMBRAPII.

FIM

Acesse este e outros artigos do fascículo sobre "Internet das Coisas" em www.osetoreletrico.com.br