



Proposta para Grupo de Trabalho Fase 2 2020

LiteCampus - Monitoramento inteligente e seguro para cidades universitárias

Andrey Brito

Eloi Rocha

26 de abril de 2020

1. Título

LiteCampus - Monitoramento inteligente e seguro para cidades universitárias

2. Coordenador Geral

Andrey Elísio Monteiro Brito, Universidade Federal de Campina Grande, <http://lattes.cnpq.br/2634324830901340>; Rua José de Alencar, 752, Bela Vista, Campina Grande/PB, CEP 58.428-750; telefones: 083-988284264 e 083-21011433.

3. Assistente de Inovação

Eloi Rocha Neto, Smartiks Tecnologia da Informação Ltda., <http://lattes.cnpq.br/6076487371415841>; Rua Emiliano Rosendo da Silva, 115, Sala 05, Bairro Universitário, Campina Grande-PB, CEP 58431-000; telefone: 083-98868-7025.

4. Resumo

Este projeto dá continuidade ao desenvolvimento do serviço LiteCampus, uma plataforma de processamento de dados de monitoramento (em especial do consumo de energia e água) com suporte a mecanismos de segurança que protegem a confidencialidade e integridade dos dados coletados usando tecnologias de computação confidencial. Nesta fase, o MVP desenvolvido na primeira fase será adequado para integrar-se ao Marketplace RNP (**NasNuvens**). Esta adequação consiste no refinamento dos métodos de instalação, personalização e re-dimensionamento de capacidade, além da validação de um novo caso de uso que será implantado já sobre a infraestrutura da RNP ou na forma de nuvem híbrida, combinando infraestrutura de instituições parceiras e da RNP.

5. Abstract

This proposal continues the development of the LiteCampus service, a platform for the processing of monitoring data (especially power and water consumption data) with support for data security mechanisms that protect the confidentiality and integrity of data collected using confidential computing. In this second phase, the MVP developed in the first phase will be adapted to integrate with RNP's Marketplace (**NasNuvens**). This adaptation will consist in refining the methods for installation, customization and scaling of the computational resources, and, additionally, a validation of a new use case that will be deployed over RNP's infrastructure or in a hybrid cloud infrastructure, combining RNP resources and resources from partner institutions.

6. **Link do vídeo-pitch** https://youtu.be/t-6_OYTBw6w

7. Parcerias e respectivas contrapartidas

O **Laboratório de Sistemas Distribuídos (LSD)**, do departamento de Sistemas e Computação da Universidade Federal de Campina Grande será responsável pelas atividades de desenvolvimento e validação. O proponente deste projeto foi coordenador brasileiro do projeto EU-BRA SecureCloud (www.securecloudproject.eu). Este projeto desenvolveu um ecossistema baseado em nuvem para o processamento confidencial de dados de redes elétricas inteligentes. A UFCG foi a responsável pela criação da infraestrutura de nuvem com suporte a ambientes de execução confiável [1]. Esta infraestrutura estará disponível, em conjunto ou não com a infraestrutura da RNP para o atendimento do novo caso de uso.

A infraestrutura de nuvem no LSD/UFCG é composta por aproximadamente 60 servidores, incluindo 15 servidores com suporte às tecnologias de segurança mais recentes da Intel (Software Guard eXtensions - SGX). O LSD/UFCG tem também um

histórico de desenvolvimento de **sistemas baseados em nuvem**, com larga contribuições para sistemas como OpenStack e Kubernetes.

Assim como na primeira fase, a **Smartiks** será a co-executora do projeto. Ela também compartilhará sistemas desenvolvidos fora do escopo do GT para os casos de uso desenvolvidos. Este conjunto de sistemas inclui não só o LiteMe, mas também mecanismos de análise que se acoplam ao LiteMe, como o desagregador de cargas. Além disso, a Smartiks participará com contrapartida financeira e liderará o refinamento do negócio, ajustando continuamente o modelo de negócio a partir das informações coletadas no desenvolvimento desta segunda fase.

A **Autonomia** (<http://www.autonomiatotal.eco.br/>) possui uma rede de consultores em eficiência energética espalhados por todo o país (São Paulo, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Distrito Federal, Pará, Amazonas, Roraima). Esta rede seria necessária para instalar os dispositivos em instalações fora do estado da Paraíba e vizinhanças. Esta empresa tem produtos que não concorrem com o LiteMe e já está desenvolvendo estudos sobre o uso do LiteMe em suas consultorias. O papel desta empresa será a prestação de serviços de instalação e suporte, além de apoiar na captação de novos clientes.

Outro parceiro relevante, é a **SCONTAIN** (www.scontain.com), distribuidores e mantenedores da plataforma SCONE. A UFCG/LSD e a SCONTAIN são parceiros em projetos de P&D desde 2019. Para este projeto, a SCONTAIN está contribuindo com suporte técnico gratuito e licenças de desenvolvimento para a plataforma SCONE. Embora esta ferramenta não seja requisito para o MVP atual, ela permite personalizações rápidas de componentes que processam dados sensíveis. Esta parceria tem ajudado não apenas com ferramentas de software, mas também com acesso e informações sobre tecnologias ainda não disponíveis no mercado e que são frutos de desenvolvimentos internos do próprio P&D da SCONTAIN, assim como suas parcerias com fabricantes de processadores (como a própria Intel), com fabricantes de servidores (como a HPE) e com provedores de nuvem (com a T-Systems e a Cloud&Heat). Assim, tal parceria ajuda o projeto a se manter à frente de outros desenvolvimentos de computação confidencial no país e na fronteira do conhecimento internacional.

O Centro de Inovação e Tecnologia Telmo Araújo (**CITTA**) é um parque tecnológico localizado em Campina Grande (PB) e que já desenvolve parcerias com a RNP. Este parceiro será o alvo do segundo estudo de caso e já disponibilizou um gerente de TI para acompanhar o sistema, apoiando a instalação e validação do mesmo.

8. Descrição da evolução do MVP com destaque para a entrada na loja virtual da RNP

De modo a entender a evolução do MVP e sua entrada na loja virtual da RNP, é importante entender o estado atual da solução e o público alvo. Em seguida detalhamos o modelo atual de negócios, seguido por uma discussão sobre modelos de negócios paralelos. Em seguida, detalhamos um planejamento para os melhoramentos e validações da fase 2 e como seria a inserção do sistema no MarketPlace RNP.

8.1. Status do MVP

O MVP pode ser decomposto em 5 componentes principais, descritos abaixo.

- **Fontes de dados:** na implantação atual do projeto, a maioria das fontes de dados é composta de um sensor desenvolvido pela Smartiks (chamado de Smart Energy Tracker, ou **SET**). Este sensor envia os dados de energia para uma interface REST, o ingestor de dados, descrito a seguir. Alternativamente, a fonte de dados será o **agregador de dados**, componente de software que coleta dados de um sistema existente (um sistema tipo PowerTag da Schneider Electric, ou até medidores de energia instalados pelas concessionárias, mas com portas de comunicação) e então envia os dados para o ingestor.
- **Ingestor de dados:** o ingestor de dados (*Litekafka Gateway*) é um servidor que aceita requisições REST com os dados de medição e formata estes dados para inserção no barramento de mensagens. Ele pode ter dois modos de operação, no modo protegido ele criptografa as mensagens dentro de um enclave Intel SGX e então submete para o barramento de mensagens. No segundo modo, os dados são protegidos por conexões TLS entre a fonte de dados e o ingestor e entre o ingestor e o barramento de mensagens, mas as mensagens estarão em texto plano enquanto circulam no barramento de mensagens.
- **Barramento de mensagens:** o barramento de mensagens é implementado por um ou mais servidores que formam um cluster de distribuição de mensagens. Este cluster serve também para armazenamento temporário de mensagens, podendo armazenar todos os dados por dias ou semanas. Podendo ser operado pelo provedor de nuvem (ofertado em todos os grande provedores), tipicamente denominado *Queue Service*. No nosso caso, é implementado usado Apache Kafka, a alternativa mais popular e de código aberto.
- **Módulos de processamento:** estes são módulos que consomem dados brutos do Kafka e produzem informação de alto nível. Exemplos de módulos simples incluem alarmes para valores de grandeza (ex., demanda instantânea acima do contratado). Outros exemplos incluem cálculos agregados, como previsão de consumo ou detecção de anomalias. Finalmente, outros podem ser bastante complexos, como o uso de redes neurais profundas para detectar aparelhos individuais ou problemas nestes. Esses módulos podem executar localmente no cliente (ex., para calcular uma métrica personalizada), na nuvem (ex., VM na RNP) ou até na infraestrutura de terceiros (ex., VM com GPUs em uma instituição federada ou parceira da RNP).
- **Dashboard:** o painel de visualização agrega informações de forma a serem de fácil consumo pelos usuários. Dentro do dashboard, aplicações ou contextos são divididos em abas, por exemplo, uma aba pode mostrar métricas de eficiência energéticas e alarmes relacionados, outra aba pode mostrar métricas sobre outros tipos de sensores (ex., água, movimentação de pessoas).

A Figura 1 ilustra o **dashboard** no Campus I da UFCG. Nele podem ser vistas métricas que foram calculadas por diferentes **módulos de processamento**: na parte inferior esquerda, estão alarmes de excesso de consumo; os demais controles mostram informações sobre histórico de consumo e demanda; na parte direita, são destacados blocos que têm alarmes ativos.

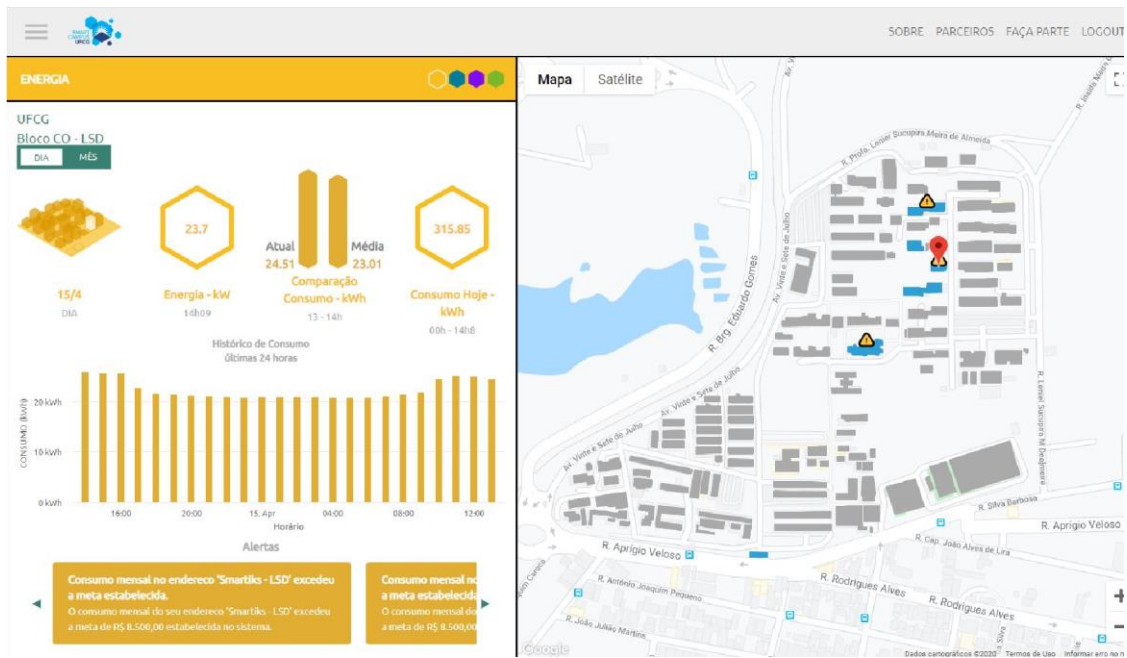


Figura 1: Tela “Energia” no *dashboard* na UFCEG

(<https://dashboard.smartcampus.ufcg.edu.br/>)

8.2. Público alvo da solução

O sistema é compatível com vários tipos de clientes: cidades universitárias, parques tecnológicos, hospitais, empresas de grande porte (com vários escritórios, galpões e laboratórios) ou entidades da administração pública (com dezenas de salas em vários prédios e andares). Um campus universitário tem interesse em otimizar o uso de energia elétrica e água. Como exemplo, a UFCEG economizou 1,5 milhões de reais em 4 anos através de um monitoramento simples do consumo de água que ajudou a detectar desperdício e problemas na distribuição (vazamentos)¹. Como detalharemos a seguir, como parte do MVP, 9 sensores de energia instalados atualmente na UFCEG monitoram cerca de R\$ 52 mil reais/mês. Algumas evidências apontam que a economia gerada por sistemas como o desenvolvido é de 8 a 12% [2].

De forma semelhante, uma grande empresa, parque tecnológico, hospital ou órgão da administração pública pode usufruir de benefícios semelhantes monitorando suas unidades, mesmo quando elas são distribuídas geograficamente. Nesta segunda fase, daremos continuidade à validação em um ambiente universitário (UFCEG), já que esta foi impactada pelo isolamento imposto pelo COVID-19, e adicionaremos um parque tecnológico, o Centro de Inovação e Tecnologia Telmo Araújo (CITTA).

Considerando os clientes acima, parte do sistema RNP, os usuários da solução serão engenheiros e técnicos. Em especial, considerando o foco desta proposta, diretores, prefeitos universitários e seus assistentes serão os principais usuários. No entanto, uma vez que estes terão visibilidade das divisões internas dos campi, como os departamentos, tal sistema permite a alocação de responsabilidades e metas a gestores destas subdivisões.

¹ <http://www.prefeitura.ufcg.edu.br/programas/115-pu-realiza-1-reuniao-com-os-sub-prefeitos-da-ufcg-3>

8.3. Modelo de negócio atual

O modelo de negócio é baseado na economia de energia, pois este consumo tem um custo alto e viabiliza a infraestrutura de monitoramento. Assim, assumimos que outras aplicações, por exemplo, monitoramento de consumo de água ou uso do barramento de mensagens seguro são subprodutos e podem ser considerados à parte.

Com este foco em energia, o custo mensal de operação precisa incluir cinco fatores:

1. **(Instalação)** A instalação dos sensores ou coletores de dados; no primeiro caso o sensor é provido pela Smartiks (entre 970 e 1120 reais, dependendo do tamanho do sensor de corrente), no segundo depende do sistema já implantado no ambiente do usuário (personalização do ingestor de dados);
2. **(Nuvem)** O uso da infraestrutura de computação na nuvem;
3. **(Apoio de TI)** O RH de suporte níveis 1 e 2 e de desenvolvimento, em especial para reparos de bugs e pequenos ajustes; e RH de operação do software em execução na nuvem (atualizações, monitoramento, intervenções diversas);
4. **(Apoio de eletrotécnica)** Pessoal de suporte nível 3, a ser realizado por eletricitistas parceiros ou empresas de eficiência energética parceiras do projeto. Assumimos um mínimo de 10 sensores por instalação, e que a cada 10 sensores teríamos uma visita por mês do prestador de serviço. Destacamos que este valor é superestimado, já que no primeiro ano de operação, vários melhoramentos e problemas descobertos no campo poderão exigir visitas.
5. **(Licenças)** O licenciamento das tecnologias (RNP e Smartiks).

As estimativas atuais para os custos dos fatores 2 a 5, considerando um cenário de 100 e de 1000 sensores instalados (lote pioneiro) são detalhados na Tabela 1.

Recurso	Custo p/ 100	Custo p/ 1000
Máquinas "Extra Grande" para hospedar o banco de dados e contêineres para os serviços de análise e dashboard	R\$ 680,79	R\$ 6.807,90
3 máquinas tamanho "Médio"/"Grande" para o cluster Kafka	R\$ 510,57	R\$ 1.021,20
1 TB de armazenamento para cada máquina "Extra Grande"	R\$ 291,32	R\$ 2.913,20
Total em infraestrutura	R\$ 1.482,68	R\$ 10.742,30
RH - Operadores e suporte nível 1	R\$ 6.000,00	R\$ 12.000,00
RH - Suporte nível 2 e reparo de bugs	R\$ 8.000,00	R\$ 18.000,00
Suporte nível 3 (manutenção de hardware ou coletor de dados, serviços de terceiros via parceiro)	R\$ 2.000,00	R\$ 15.000,00
Total de mão de obra	R\$ 16.000,00	R\$ 45.000,00
Licenciamento por sensor	R\$ 50,00	R\$ 50,00

Total por sensor	R\$ 224,83	R\$ 105,75
Total por sensor (12% de impostos)	R\$ 251,81	R\$ 111,74

Tabela 1 - Custos mensais.

O modelo de negócios considera os custos acima e que a maioria dos problemas de instalação e adaptação de um novo cliente acontecerá nos primeiros meses. Assim, assumimos que é necessário um mínimo de 10 sensores para viabilizar um novo cliente e que após 12 meses aquele cliente não exigirá esforço específico do time.

É importante também destacar o retorno esperado do uso do sistema. Atualmente temos 9 sensores instalados na UFCG, eles monitoram diferentes áreas de interesse, em alguns casos laboratórios, em outros, conjuntos de salas de professor ou de aulas. Considerando o mês de dezembro de 2019, já que este foi seguido pelas férias de verão e pela suspensão de atividades devido ao COVID-19, estes 9 sensores monitoraram um consumo equivalente a R\$ 52 mil, levando a uma média de R\$ 5,8 mil por sensor. Os valores recentes de consumo podem ser vistos online no dashboard (ver Figura 1). Infelizmente, devido ao isolamento e às férias de verão, os valores dos últimos meses não são realistas, e nem os esforços de redução planejados para a fase atual do projeto puderam ser testados.

Considerando a literatura [2,3], estimamos 8 a 12% de economia devido ao feedback em tempo-real e às notificações personalizadas e direcionadas às pessoas-chave. Desta forma, considerando 10%, a economia média mensal de energia seria de R\$ 580 por sensor. No modelo detalhado na Tabela 2, o custo mensal por sensor para o primeiro ano, assumindo uma instalação de 10 sensores, seria de 251,81 reais de operação mais um doze-avos da taxa de instalação (R\$ 80,83), totalizando um **investimento de aproximadamente metade do retorno esperado**.

Atividade	Valor a ser testado
Instalação	A partir de R\$ 970 por sensor.
Primeiros 12 meses de operação	R\$ 2.518,10/mês para até 10 sensores e 10 usuários R\$ 111,74/mês por sensor ou usuário adicional
Após 12 meses	R\$ 111,74/mês por sensor (mínimo de 10 sensores)

Tabela 2 - Modelo de negócio em um cliente.

Após o primeiro ano de uso no cliente, acreditamos que o retorno em economia será reduzido. Mas ainda assim, é importante manter o monitoramento para evitar a perda do engajamento. Propomos então um modelo que assume que haverá mais de 1000 sensores instalados após 12 meses. Destacamos que além do custo reduzido pela escala, espera-se que o gasto de operação no segundo ano de um cliente seja consideravelmente menor, uma vez que suas especificidades já terão sido resolvidas.

8.4. Melhoramentos para a fase 2

Além da continuação da validação do MVP na UFCG e a validação adicional em um outro tipo de cliente, um parque tecnológico (CITTA), algumas atividades técnicas adicionais estão previstas:

- Implantar e validar o sistema na nuvem RNP, usando o **CAFe** como autenticação e investigando mecanismos para facilitar a expansão e otimizar o número de

VMs usadas pelo sistema (ex., aperfeiçoando a utilização de contêineres de forma integrada com orquestradores como Kubernetes).

- Investigação (contínua) sobre ações que possam **minimizar os custos** e a probabilidade de falhas da instalação dos sensores. Em especial, temos visto um grande número de dispositivos que coletam grandezas elétricas em quadros de energia. Por enquanto, estes não oferecem as métricas na qualidade ou frequência que precisamos, ou são muito mais caros que os produzidos pela Smartiks. No entanto, não existem obstáculos tecnológicos e parece haver uma tendência para que dispositivos semelhantes ao da Smartiks seja produzido em grandes quantidades por preços bem menores. Neste caso, a Smartiks/LiteCampus manteria seu foco nos componentes de software.
- Refinamentos da interface em resposta ao feedback obtido na validação.
- Desenvolvimento de processadores de dados (ex., detectores de problemas e de oportunidades de economia) considerando aspectos ainda em investigação nos locais de validação, além de recomendadores que considerem métricas e situações de **interesse dos usuários da validação**.
- Aperfeiçoamento das ferramentas de gerência da instalação. Em especial, pretendemos construir um **dashboard de negócio** que monitore toda a operação e ofereça continuamente métricas de atendimento de requisitos técnicos, de custos e de negócio (ex., custo de nuvem ou o engajamento dos usuários, economia estimada).

8.5. Modelo de implantação na loja virtual da RNP

No modelo principal, um usuário do sistema RNP acessa o sistema através do Marketplace, podendo usar o mesmo login (via CAFé) para acessar partes semi-públicas de dashboards de outras instituições (equivalentes ao que a comunidade local daquelas entidades poderia acessar). Uma vez convencido de seu benefício, o novo cliente pode ver informações que explicam o processo de coleta dos dados. Caso o usuário não possua um sistema de medição, este deverá usar o formulário para receber uma consultoria de um dos parceiros (Smartiks, RNP, Autonomia Total) para o projeto de instalação de sensores **SET**.

Caso já tenha um sistema de monitoramento **compatível** (ex., Schneider PowerTag) o cliente pode contratar o serviço imediatamente, fazendo o download do software Linux/Windows do **agregador de dados**, que deverá ser instalado em uma rede com acesso ao sistema de monitoramento. Este agregador submeterá os dados para o **ingestor de dados** na nuvem. Na contratação do serviço o usuário recebe então um token para a configuração do agregador de dados, e as URLs para o seu dashboard e para sua instância do LiteMe, onde poderá habilitar outros usuários (que usarão credenciais CAFé) e registrar as localizações geográficas dos sensores para exibição no dashboard. Inicialmente, a proteção por enclaves SGX pode não estar disponível na RNP, mas isso pode ser feito transparente para o usuário. Quando servidores compatíveis estiverem disponíveis, esta opção poderá ser habilitada.

8.6. Modelos de negócio paralelos

Além do modelo da seção anterior, podemos destacar outras oportunidades:

- **Personalização do dashboard:** a instalação de um dashboard para um novo cliente oferece personalizações mínimas (ex., logotipos e cores), os controles

exibidos serão os mesmos. A startup oferecerá serviços para geração de métricas e dashboards customizados que poderiam ser inseridos no sistema.

- Ativação do **monitoramento de consumo de água**: de forma semelhante ao caso do cliente ter um sistema de monitoramento de energia, um adaptador de dados seria utilizado e um dashboard adicional seria habilitado.
- Desenvolvimento de **módulos de análise personalizados**: a startup já tem experiência na agregação de dados de sensores em métricas sofisticadas usando técnicas diversas de inteligência artificial e mineração de dados.
- Uso apenas do **barramento de mensagens com garantias de segurança**: barramentos de mensagens facilitam a integração de aplicações distribuídas sem gerar acoplamento e facilitando o uso de múltiplas nuvens, de técnicas de tolerância a falhas e de técnicas recuperação de desastres.

9. Cronograma de marcos

Considerando as entregas já previstas no convite para fase 2, os principais marcos do projeto são definidos abaixo:

- **Marco 1 (Out./20)**: considerando as evoluções na validação, a atualização no modelo do serviço e as métricas do novo **dashboard de negócio** (de consumo interno), a landing page será atualizada para ter informações e um vídeo que **gere leads qualificados**. As informações serão usadas também em webinars.
- **Marco 2 (Fev./21)**: **oferta assistida no sistema RNP**, sistema em execução no compute@RNP; primeira versão da ficha técnica e comercial do produto; fim da evolução técnica.
- **Marco 3 (Maio/21)**: **apresentação final interna**, considerando as métricas de negócio e estratégias de mercado, e apresentação pública no WRNP, destacando a forma de operação dos serviço e os resultados.
- **Marco 4 (Junho/21)**: **versões finais** do código, manuais e white paper atualizado.

10. Recursos financeiros

10.2. Infraestrutura

10.2.1. Créditos no serviço compute@RNP

Os créditos do compute@RNP serão usados a partir do 4 mês para a primeira versão do sistema online na infraestrutura gerenciada pela RNP e a partir do 8 mês com a arquitetura de produção (com cluster independente para o barramento de dados).

Descrição do Recurso	S.O.	Qtde. do recurso	Mês Inicial	Mês Final	Qtd. Meses	Valor (R\$/mês)	Valor (R\$ total)
VM Média	Ubuntu	3	8	12	4	170,19	2042,28
VM Extra grande	Ubuntu	1	4	12	8	680,79	5446,32
Armazenamento	Ubuntu	1	4	12	8	291,32	2330,56
Subtotal							9819,16

10.2.2. Equipamentos

Como equipamentos, incluímos um notebook e monitor para um membro da equipe de desenvolvimento e o conjunto de sensores que serão usados no novo caso de uso a ser avaliado (CITTA), que já serão adquiridos no início do projeto.

Descrição	Instituição de Destino	Qtd.	Valor em R\$ estimado
Sensores para expansão do monitoramento	UFCG	15	8.000,00
Notebook 14" Modelo i7 (padrão)	UFCG	1	5.025,24
Monitor 24"	UFCG	2	1.049,79
Subtotal			15.124,82

11. Referências

[1] A. Brito (editor), "Demonstrator for strict-QoS application with realistic workloads running in a secure cloud", Relatório de projeto, Versão 1.1, Janeiro de 2019, <https://www.securecloudproject.eu/wp-content/uploads/D5.4.pdf>.

[2] American Council for an Energy Efficient Economy, Advanced Metering Initiatives and a Meta-review for Household Electricity-Saving Opportunities (2010).

[3] A. Brito, E. Rocha, E. Brasileiro, "Inteligência Energética - Gerenciando o consumo de energia em ambientes complexos e distribuídos", abril de 2020 (Entregável 13, GT-LiteCampus).