

**FACULDADE DOCTUM
WILL WANDREY NASCIMENTO PINTO**

**SISTEMA DE MONITORAMENTO E GERENCIAMENTO REMOTO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Juiz de Fora
2019

WILL WANDREY NASCIMENTO PINTO

**SISTEMA DE MONITORAMENTO E GERENCIAMENTO REMOTO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Monografia de Conclusão de Curso, apresentada ao curso de Engenharia Elétrica, Faculdade Doctum de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientadora: Prof^a. M.Sc. Eng. Kamila Peres Rocha

Juiz de Fora
2019

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Faculdade Doctum/JF

Wandrey, Will Wandrey Nascimento Pinto
Sistema de monitoramento e gerenciamento
remoto de energia elétrica / Will Wandrey Nascimento Pinto -
2019.

Nº folhas.87.

Monografia (Curso de Engenharia Elétrica) –
Faculdade Doctum Juiz de Fora.

1. Automatização. 2. Medidores
I. Sistema de monitoramento e gerenciamento remoto
de energia elétrica. II Faculdade Doctum Juiz de Fora

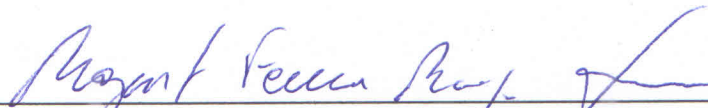
WILL WANDREY NASCIMENTO PINTO

**SISTEMA DE MONITORAMENTO E GERENCIAMENTO REMOTO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

Monografia de Conclusão de Curso,
submetida à Faculdade Doctum de Juiz de
Fora, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Elétrica
e aprovada pela seguinte banca
examinadora.



Prof^a. M.Sc. Eng. Kamila Peres Rocha
Orientadora e Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora



Prof. M.Sc. Eng. Mozart Ferreira Braga Júnior
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora



Prof. M.Sc. Eng. Renato Ribeiro Aleixo
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Examinada em: 05/07/2019.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela saúde e pelo prazer de poder estar alcançando mais essa etapa acadêmica em minha vida. Agradeço ao meu pai Wallace Nascimento Pinto e minha mãe Vanderlea Celestino de Oliveira Pinto pelo incentivo e pelo carinho de sempre, sem vocês nada disso seria possível. Agradeço a minha família por ter acreditado em meu potencial e ter me dado forças para chegar até ao final deste curso, sem essa força nada disso seria concretizado. Agradeço as minhas avós Madalena e Nair que pegavam sempre no meu pé alertando sobre a importância dos estudos para o meu futuro. Agradeço ao meu avô Waldir que foi a minha grande inspiração por ter optado pela engenharia, sem as experiências na infância a engenharia talvez não seria a minha escolha. Agradeço em especial a minha namorada Flavia Sotto Maior Januário pela compreensão de sempre, pelos finais de semana e noites sem poder estar ao seu lado. Agradeço a todos os amigos de turma pelos momentos de alegria e tristeza que passamos juntos, graças a união, a força de vontade e principalmente o foco não teríamos chegado até aqui. Agradeço a professora e orientadora Kamila Peres Rocha por ter me orientado neste trabalho de conclusão de curso, sem essa condução este trabalho não seria concretizado. Agradeço a todos os professores pelos ensinamentos, que passaram suas experiências e conhecimentos para a minha absorção e aprendizado na engenharia. Agradeço ao meu superior, chefe e coordenador Mauro Nascimento por ter me ensinado grandes diferenciais para minha vida profissional, grato pelos ensinamentos, experiências, conselhos e diretrizes que alavancaram na minha vida profissional e pessoal. Agradeço a todos envolvidos diretamente e indiretamente que de certa forma contribuíram na minha graduação em engenharia elétrica.

RESUMO

WANDREY, WILL WANDREY NASCIMENTO PINTO. Sistema de monitoramento e gerenciamento remoto de energia elétrica. Número de folhas 87f. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2019.

Este trabalho consiste no desenvolvimento e implantação de um sistema de monitoramento remoto de energia elétrica e análise em tempo real das grandezas elétricas de lojas em um shopping center. A construção deste sistema é baseada na tecnologia de um software conectado a vários medidores digitais pela interface serial RS-485 através do protocolo de comunicação MODBUS-RTU. Esses medidores, conhecidos com transdutores digitais, realizam leituras de até quarenta e quatro grandezas elétricas de um local específico conforme relata o fabricante, podendo ser aplicado em sistemas monofásicos, bifásicos, trifásicos estrela e delta, tanto de forma direta quanto indireta. Outra característica desses medidores são apresentarem duas entradas de pulsos digitais, onde podem-se agregar outras grandezas para o gerenciamento como por exemplo de água e gás. Para isso se faz necessário adquirir instrumentos específicos que oferecem essa tecnologia de saída pulsada, ou seja, hidrômetro e gasômetro com saída de pulso. Através do processamento e envio de dados para um computador, será possível acompanhar a leitura de quilowatt-hora e monitorar as grandezas afim de gerenciar e otimizar a sua utilização. A intenção principal é usar este monitoramento de forma fácil e em tempo real para que os consumidores utilizem este recurso para a economia e melhoria na qualidade da energia elétrica, se tornando mais um instrumento para soluções de eficiência energética.

Palavras-chave: Automatização. Gerenciamento. Medidores.

ABSTRACT

This work consists of the development and implementation of a remote monitoring system for the consumption of electricity and real time analysis of the electrical magnitudes of stores in a mall. The construction of this system is based on software technology connected to several digital meters via the RS-485 serial interface via the MODBUS-RTU communication protocol. These meters, named digital transducers, perform readings of up to forty-four electrical quantities of one specific location as reported by the manufacturer, and can be applied in single-phase, two-phase, three-phase star and delta systems, both directly and indirectly. Another feature of these meters is to present two digital pulse inputs, where other quantities can be added for the management of utilities such as water and gas consumption, for this it is necessary to acquire specific instruments that offer this pulsed output technology, hydrometer and gasometer with pulse output. Through the processing and sending of data to a computer, it will be possible to monitor consumption and magnitudes to manage and optimize the use. The main intention is to use this monitoring easily and in real time so that consumers are aware of energy savings, becoming another instrument for energy efficiency solutions in the area of Electrical Engineering.

Keywords: Automation. Management. Meters.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Medidor Mult-K 120.....	27
Figura 2 - Medidor Mult-K 120 com display e tecla de navegação	28
Figura 3 - TL-00 Ligação Trifásico estrela (3 Fases + Neutro)	31
Figura 4 - Dimensões do medidor Mult-k 120.....	32
Figura 5 - Dimensão superior e diâmetro de furos	32
Figura 6 - Sinal de Transmissão RS-485	38
Figura 7 - Diagrama de ligação em rede RS-485	39
Figura 8 - Conexão serial conversor ADAM-4561	41
Figura 9 - Quadro de mensagens Modbus	42
Figura 10 - Fluxograma de alimentação elétrica Shopping	44
Figura 11 - Medidor instalado com o fluxo de corrente invertido	50
Figura 12 - Conversor ADAM-4561	52
Figura 13 - Identificação da porta de comunicação do conversor ADAM-4561	53
Figura 14 - Tela de acesso ao software RedeMB	54
Figura 15 - Parâmetros configurados no medidor Mult-K 120	54
Figura 16 - Configuração de comunicação.....	55
Figura 17 - Tela de Manutenção, descobrir número de série	56
Figura 18 - Tela de cadastro de medidores.....	56
Figura 19 - Medidor cadastrado	57
Figura 20 - Passo 1 - Alterando a velocidade e o parâmetro de comunicação	57
Figura 21 - Passo 2 - Alterando a velocidade e o parâmetro de comunicação	58
Figura 22 - Passo 3 - Alterando a velocidade e o parâmetro de comunicação	58
Figura 23 - Tela de configurações gerais	59
Figura 24 - Medidor cadastrado	59
Figura 25 - Tela de leitura das grandezas elétricas.....	60
Figura 26 - Entradas e saídas digitais	60
Figura 27 - Tela para zerar grandezas	61
Figura 28 - Medidor cadastrado para leitura de energia.....	61
Figura 29 - Tela de leitura de leitura de energia.....	62
Figura 30 - Tela de teste de comunicação	62
Figura 31 - Esquema de ligação de resistores de polarização	63
Figura 32 - Malha 01 RS-485	64
Figura 33 - Malha 02 RS-485	65
Figura 34 - Malha 03 RS-485	65
Figura 35 - Medidores instalados no quadro de medição.....	66
Figura 36 - Cadastramento dos medidores no Software RedeMB	66
Figura 37 - Tela do sistema com os medidores cadastrados	67
Figura 38 - Tela de alteração das configurações gerais.....	67
Figura 39 - Tela de teste de comunicação em malha.....	68
Figura 40 - Tela para zerar grandezas de todos os medidores	68
Figura 41 - Tela de leitura das grandezas elétricas.....	69
Figura 42 - Relatório do medidor Mult-k 120	70
Figura 43 - Tela de leitura de energia em malha.....	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Modelo e faixa efetiva de medição	29
Quadro 2 - Fontes de alimentação auxiliar	29
Quadro 3 - Grandezas elétricas medidas do medidor Mult-K 120.....	33
Quadro 4 - Modos de operação na IHM	34
Quadro 5 - IHM Modo Energia	34
Quadro 6 - IHM Modo Instantâneo	35
Quadro 7 - Parâmetros configuráveis do medidor Mult-k 120	36
Quadro 8 - Códigos de erros	37
Quadro 9 - LED inteligente, indicador de erros e de comunicação	37
Quadro 10 - Características técnicas da interface serial do medidor Mult-K120.....	39
Quadro 11 - Quadros de medição com respectivas quantidades de medidores	45
Quadro 12 - Levantamento de medidores	46
Quadro 13 - Alimentação do Medidor.....	49
Quadro 14 - Parâmetros de fábrica do medidor Mult-k 120	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Ampere
ACA	Ampere em corrente alternada
C.A.	Corrente alternada
C.C.	Corrente contínua
EAP	Energia ativa positiva parcial
Freq.	Frequência
Hz	Hertz
I máx.	Máxima corrente trifásica
I0	Corrente trifásica
IHM	Interface Homem máquina
IP	Grau de Proteção
Hz	Hertz
KOhms	quilo Ohms
KVA	Quilo Volt Ampère
KVAr	Quilo Volt Ampère Hora
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt hora
LED	Diodo Emissor de Luz
mA	Mili Ampère
P0	Potência ativa trifásica
P0	Potência ativa trifásica
PF0	Fator de potência trifásico
Q0	Potência reativa trifásica
QTL	Quadro terminal de luz
RS-485	Padrão Recomendado-485
RTU	Remote Terminal Unit
S0	Potência aparente trifásica
TC	Transformador de Corrente
TI	Tempo de Integração
TL	Tipo de Ligação
TP	Transformador de Potência
TRUE RMS	Valor Eficaz Verdadeiro

U máx.	Máxima tensão trifásica
U0	Tensão trifásica
V	Volts
VA	Volt Ampère
VAr	Volt Ampère Reativo
Varh	Volt Ampère Reativo por Hora
VCA	Volts em Corrente Alternada
W	Watts
Wh	Watt-hora

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Por cento
°C	Graus Celsius

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
SUMÁRIO.....	12
1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS E MOTIVAÇÃO.....	13
1.2. JUSTIFICATIVA.....	15
1.3. OBJETIVOS.....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.2. O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO.....	18
2.3. MEDIÇÃO DE ENERGIA.....	21
2.4. SISTEMAS AUTOMATIZADOS.....	22
3. ÁREA DE ESTUDO.....	23
4. METODOLOGIA PROPOSTA.....	23
4.1. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	23
4.2. MEDIDOR MULT-K 120.....	26
4.3. INTERFACE SERIAL RS-485.....	37
4.4. CONVERSOR USB/RS-485.....	40
4.5. PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO MODBUS.....	41
5. ESTUDO DE CASO.....	42
5.1. DESCRIÇÃO TÉCNICA DO LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA.....	42
5.2. SISTEMA PROPOSTO.....	47
5.3. INSTALAÇÃO DO MEDIDOR MULT-K 120.....	48
5.4. SOFTWARE REDEMB.....	51
5.5. IMPLANTAÇÃO DA REDE RS-485.....	63
6. ANÁLISE DE RESULTADOS.....	65
6.1. DISPOSITIVOS INSTALADOS NO QUADRO DE MEDIÇÃO.....	65
6.2. ANÁLISE DE FUNCIONALIDADES DO SOFTWARE.....	66
6.3. MONITORAMENTO DAS GRANDEZAS ELÉTRICAS.....	69
6.4. GERENCIAMENTO DAS GRANDEZAS ELÉTRICAS.....	70
6.5. CUSTOS E ECONOMIAS GERADOS.....	71
CONCLUSÃO.....	72
TRABALHOS FUTUROS.....	73
REFERÊNCIAS.....	74
ANEXOS.....	75

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações iniciais e motivação

Observando o novo cenário mundial das grandes inovações ocorridas nos últimos anos, com a chegada da quarta revolução industrial, a busca incessante por novas tecnologias em diversas áreas, alavancaram a necessidade de aperfeiçoamento em todos os sistemas, visando sempre metodologias de automatização de processos buscando a eficiência, a agilidade e a confiabilidade em todos os níveis. Na área de energia elétrica, conforme Hayashi (2018) “trouxe de volta uma discussão: qual é a forma mais adequada e eficiente de promover a medição de energia elétrica?”

Assim como nos demais setores da economia, segundo Hayashi (2018)

No setor de energia também pode-se dizer que automatizar a medição é sinônimo de aderir ao conceito de transformação digital, movimento este que vem se tornando um item essencial para todos os tipos de empresa que lidam com o alto volume de dados de seus clientes.

A tecnologia de alguns medidores digitais encontrados no mercado fornece estruturas de automatização e acompanhamento em tempo real de várias grandezas elétricas através de softwares e redes de comunicação, cenário este que não é visto pelos clientes e usuários que adquirem esse tipo de dispositivo, entenda-se que os responsáveis pelo processo de gestão e monitoramento não têm visão técnica dos tipos de recursos existentes nesses dispositivos.

Em termos práticos, investir na automatização significa substituir a tradicional leitura manual de energia por um sistema “inteligente, eletrônico e conectado” que promove o envio de dados coletados pelos medidores em tempo real para um computador, por meio de uma comunicação serial. HAYASHI (2018).

Essa interface de comunicação é integrada por tecnologias de redes através de protocolos de comunicação, criando assim meios de realizar um gerenciamento manipulando as variáveis disponíveis em tempo real ou até mesmo para estudos de eficiência energética, mas para isso é necessário conhecer todos procedimentos necessários para a implementação deste sistema, bem como entender a arquitetura de programação e configuração desses dispositivos, visão esta que será um dos tópicos mais importantes para condução e estudo deste trabalho.

Realizar a redução do custo da conta de energia elétrica é sempre um dos pontos mais interessantes na estratégia de uma empresa, fato que é de grande importância para salientar o retorno sobre o valor investido para a aplicação de dispositivos integrados, com isso será abordado o estudo de todo o processo para a

automatização dos medidores da marca Kron Instrumentos Elétricos Ltda, modelo Mult-K 120, bem como abordar as características desses medidores, das funcionalidades e da arquitetura de rede através da interface serial RS-485 e do protocolo de comunicação MODBUS-RTU.

Para o gerenciamento e controle dos processos o software que será utilizado é o RedeMB da própria fabricante, segundo a Kron (2018, manual do usuário, pg.1) “o software RedeMB é uma ferramenta que permite monitorar em tempo real 247 medidores de energia ou transdutores digitais Kron”.

Segundo a Kron (2018, Interface RS-485 - Medidores Kron, pág.6)

o padrão da saída serial da maioria dos computadores e controladores disponíveis no mercado é o RS-232, que possui limitações quanto à distância de transmissão e qualidade de sinal. Assim sendo, o padrão utilizado pelos medidores é o RS-485,

então para conectar à rede de medidores ao computador é necessário o uso de um conversor RS-232/RS-485. Uma alternativa em relação aos conversores RS-232/RS-485, são os conversores USB/RS-485, utilizado em computadores que não possuem porta serial RS-232.

Segundo Rocha (2009)

o desenvolvimento de equipamentos e novas metodologias de supervisão e controle da quantidade e qualidade da energia elétrica consumida é uma forma de contribuir para a melhor administração dos recursos energéticos, otimizando seu emprego,

este trabalho de conclusão de curso de automatização de medidores de energia elétrica foi desenvolvido para atender uma nova metodologia de gestão de energia em um shopping center, a medição é realizada por uma pessoa que anota as leituras de kWh manualmente uma vez a cada mês, a arquitetura existente é baseada em quadros de medição localizados estrategicamente nas áreas técnicas do empreendimento, sendo que esses quadros já possuem instalados os medidores digitais Mult-K 120, diante dessa arquitetura de localização dos quadros de medição foi identificada a primeira dificuldade que é a distância para interligação dos cabos a ser estruturada para se ter uma rede confiável, pois a interligação desses medidores pela saída serial RS-485 apesar da rede permitir a comunicação a longas distâncias existe uma observação segundo a Kron (2018, Interface RS-485 - Medidores Kron, pág.2)

acima de 32 instrumentos ou distância superior a 1000 metros, deve ser utilizado um amplificador de sinal. Para cada amplificador de sinal instalado, será necessário adicionar resistores de terminação e polarização. Resistores de terminação são necessários nos elementos extremos da rede

para minimizar os efeitos de reflexão de dados devido à capacitância e indutância da linha de transmissão.

A proposta deste trabalho consiste na automatização de medidores digitais da marca Kron, modelo Mult-K 120, ao qual será abordado o estudo e o desenvolvimento para que se tenha uma gestão energética do empreendimento ágil e confiável, com essa tecnologia em tempo real os dados poderão ser coletados sem que haja necessidade de deslocamento de um profissional para conferência dos dados no display do medidor, reduzindo assim o tempo de resposta, levando em consideração também que a leitura de dados poderão ser analisados e importados por qualquer pessoa e a qualquer momento. As vantagens desse sistema automatizado para um computador é que será possível realizar o acompanhamento pelos consumidores, seja da medição de energia ou do monitoramento das grandezas elétricas, afim de gerenciar e de otimizar a sua utilização, cenário este que é muito importante para a conscientização e uso econômico da energia elétrica, metodologia esta que tem como grande potencial de se tornar mais um insumo para soluções em eficiência energética.

1.2. Justificativa

O projeto consiste no desenvolvimento de um sistema de monitoramento e gerenciamento de energia elétrica remotamente, ou seja, transformar a leitura de energia elétrica que é realizada manualmente anotando o valor de quilowatt-hora de medidor a medidor por um sistema automatizado via software através de um computador. A migração de sistemas manuais para sistemas automatizados vem sendo realizada por inúmeros setores industriais devido a uma infinidade de vantagens, como, por exemplo: melhoria na eficiência, agilidade e principalmente na confiabilidade.

Partindo das afirmativas apresentadas, este trabalho tem intuito de substituir um processo manual por um processo automatizado afim de atingir vantagens enumeradas.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo geral

Implantação e gerenciamento de um sistema de monitoramento remoto de energia elétrica em um Shopping Center.

1.3.2. Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral definido anteriormente, as etapas a seguir serão desenvolvidas:

Estudar os trabalhos encontrados na literatura acerca do tema definido;

Analisar as características, funções, configurações e parametrizações dos medidores Mult-K 120 e realizar testes de funcionamento;

Estruturar a arquitetura de rede de comunicação entre os medidores no empreendimento;

- Projetar estrategicamente a localização do computador para receber as informações;
- Estudar as características do software RedeMB da Kron Instrumentos Elétricos Ltda para analisar o funcionamento dos medidores através das leituras elétricas;
- Analisar e testar a comunicação e o funcionamento dos medidores interligados na arquitetura de rede ao software RedeMB para o gerenciamento e monitoramento das grandezas elétricas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Revisão bibliográfica

Cunha (2015) utiliza o conceito de automação predial como edifício inteligente, a motivação e o desenvolvimento de sua pesquisa foram a busca de recursos alternativos para a implantação de um dispositivo capaz de medir energia elétrica. Para Cunha, um edifício inteligente utiliza uma rede para transferência de dados, em geral entre sistemas, contudo não conceitua os sistemas existentes que poderiam aplicar em um edifício, na atualidade existem várias alternativas para a implantação de sistemas de medição de energia elétrica, as variedades dos dispositivos encontrados no mercado oferecem diferentes meios de comunicação bem como diferentes arquiteturas de rede, o intuito de se alcançar conforto, segurança e economia nos custos diretos e indiretos necessita de uma gestão e monitoramento das variáveis elétricas coletadas, o desejo de medir a energia e atuar em tempo real sobre aparelhos de ar condicionado, levou a equipe do laboratório a pesquisar no mercado a disponibilidade de tal solução.

Cunha cita que apesar das tecnologias existentes, não foi encontrada uma solução de automatização que permitisse a medição e atuação em tempo real em uma rede monofásica, para o trabalho que será abordado uma das características dos medidores utilizados são os diferentes tipos de configurações que permitem que os medidores sejam capazes de funcionar em redes monofásicas, bifásicas, trifásicas estrela ou trifásicas delta. Cunha com as análises e visando atender algo que não foi encontrado no mercado, desenvolveu um módulo para medição de energia com transmissão sem fio, o projeto foi desenvolvido com o objetivo de medir a potência de uma carga em tempo real, e transmitir os dados para um programa supervisor. O projeto resultou em um protótipo que efetua a medição de tensão e frequência da rede elétrica, e também potência ativa e reativa, mas em sua conclusão ressaltou que o projeto ainda não é confiável, pois o equipamento é apenas uma fase de prototipagem, com isso são necessários testes e revisões para fornecer melhores resultados de operação do dispositivo.

Em comparação deste projeto anteriormente citado, com a tecnologia encontrada no mercado através dos medidores da marca Kron que realizam leituras de até quarenta e quatro grandezas elétricas, conclui-se que o projeto que será apresentado fornece resultados acessíveis e em tempo real, e que são disponibilizados para os usuários que desejam realizar a gestão de consumo de energia elétrica sem a necessidade do envolvimento de terceiros.

Segundo Monteiro (2015), dentro das inovações tecnológicas encontradas na evolução das redes inteligentes, a que será de maior emprego para este trabalho é a introdução de medição inteligente com a capacidade de funcionar como um portal inteligente do consumidor que permitirá a disponibilização de sinais, de preço e outras informações. Com estes medidores inteligentes é possível implementar a ideia de gerenciamento pelo lado da demanda.

Um dos principais fundamentos do estudo da automatização desses medidores, são ideias de melhoria em um processo manual de gerenciamento de energia existente para um sistema totalmente automatizado, porém de forma acessível, confiável e em tempo real, não visando somente pelo lado da demanda, mas sim por todo complexo que envolve os recursos das grandezas elétricas disponíveis nesses medidores inteligentes.

Segundo Cesário Junior (2014), uma rede inteligente é uma rede de eletricidade que usa tecnologia digital para monitorar e gerenciar o transporte de eletricidade a partir de todas as fontes de geração para atender uma variedade de demandas e usuários. Tais redes estarão aptas a coordenar as necessidades e capacidades de todos os geradores, operadores, usuários finais e investidores do mercado de eletricidade de forma a aperfeiçoar a utilização e operação dos ativos no processo, minimizando os custos e impactos ambientais enquanto mantém a confiabilidade, resiliência e estabilidade do sistema. Esse processo trata-se de um cenário ideal para a gestão de energia elétrica.

Para Rocha (2009) o desenvolvimento de equipamentos e novas metodologias de supervisão e controle da quantidade e qualidade da energia elétrica consumida é uma forma de contribuir para melhorar a administração dos recursos energéticos, otimizando seu emprego.

A Kron disponibiliza no mercado medidores de energia elétrica para diversas aplicações e fornece de forma gratuita o software para gerenciamento e controle, essa é uma das características que traz total diferença no custo benefício, e esse diferencial é um dos pontos de maior incentivo para quem deseja implementar um sistema de medição remota, característica esta que será apresentada e desenvolvida neste trabalho.

São apresentados a seguir os tópicos de embasamento teórico e os principais conceitos relacionados ao desenvolvimento deste trabalho.

2.2. O setor elétrico brasileiro

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) foi criada para regulamentar o setor elétrico brasileiro, por meio da Lei nº 9.427/1996 e do Decreto nº 2.335/1997 (ANEEL, 2019). A ANEEL iniciou suas atividades em dezembro de 1997, tendo como principais atribuições:

- Regular a geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica;
- Fiscalizar, órgãos estaduais, as concessões, as permissões e os serviços de energia elétrica;
- Implementar as políticas e diretrizes do governo federal relativas à exploração da energia elétrica e ao aproveitamento dos potenciais hidráulicos;

- Dirimir as divergências, na esfera administrativa, entre os agentes e entre esses agentes e os consumidores;
- Promover as atividades de outorgas de concessão, permissão e autorização de empreendimentos e serviços de energia elétrica, por delegação do Governo Federal.
- Estabelecer tarifas;

2.2.1. Tarifação

O serviço de energia elétrica é essencial no dia a dia da sociedade, seja nas residências ou nos diversos segmentos da economia. De acordo com a ANEEL (2019) para o uso desse bem é necessária a aplicação de tarifas que remunerem o serviço de forma adequada, que viabilize a estrutura para manter o serviço com qualidade e que crie incentivos para eficiência. Seguindo tais preceitos, a ANEEL desenvolve metodologias de cálculos tarifários para segmentos do setor elétrico de geração, transmissão, distribuição e comercialização.

2.2.1.1. Composição da tarifa

Conforme a ANEEL (2019), a tarifa visa assegurar aos prestadores dos serviços a receita suficiente para cobrir custos operacionais e remunerar investimentos necessários para expandir a capacidade e garantir o atendimento com qualidade. Para cumprir o compromisso de fornecer energia elétrica com qualidade, a distribuidora tem custos para a definição das tarifas. A tarifa possui três custos distintos de:

- Geração de energia;
- Transmissão e distribuição de energia;
- Encargos.

Além da tarifa, o Governo Federal, Estadual e Municipal cobra na conta de luz o PIS/COFINS, o ICMS e a contribuição para iluminação pública.

Quando a conta chega ao consumidor, ele paga pela geração, transmissão e pela distribuição da energia, além de encargos setoriais e tributos. Para fins de cálculo tarifário, os custos da distribuidora são classificados em dois tipos:

- Parcela A: Compra de Energia, transmissão e Encargos Setoriais;
- Parcela B: Distribuição de Energia.

2.2.1.2. Bandeiras Tarifárias

Desde o ano de 2015, de acordo com a ANEEL (2019), as contas de energia dos consumidores trouxeram uma novidade, o sistema de bandeiras tarifárias, com as seguintes modalidades e características:

- Bandeira verde: condições normais de geração de energia.
- Bandeira amarela: condições de geração menos favoráveis.
- Bandeira vermelha - Patamar 1: condições custosas de geração.
- Bandeira vermelha - Patamar 2: condições mais custosas de geração.

Todos os consumidores cativos das distribuidoras passaram a ser faturados pelo sistema de bandeiras tarifárias.

2.2.2. Outros tipos de tarifação

A Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE viabiliza as atividades de compra e venda de energia. O bom funcionamento do segmento de comercialização de energia elétrica requer uma estrutura que envolvam aspectos regulatórios, operacionais e tecnológicos, a CCEE atua como instituição responsável por oferecer e viabilizar essas operações de compra e venda em todo o Sistema Interligado Nacional - SIN.

2.2.2.1. Mercado Livre de energia elétrica

É um mercado de energia estabelecida pela lei 9.074, de 7 de julho de 1995 no governo de Fernando Henrique Cardoso, com o objetivo de promover a competição no setor. Nele, os contratos de compra e venda são negociados livremente entre consumidores e geradores. É possível, portanto, escolher de quem se vai comprar a energia. Nessa negociação, são definidos preço e duração dos contratos.

2.2.2.2. Rateio de energia elétrica

O rateio de energia elétrica se refere às práticas no cálculo de divisão proporcional de custos de um empreendimento. Nesse cálculo os custos podem ser diretos e indiretos. No custo direto do trabalho proposto, as lojas pagam na conta de energia elétrica o que consomem através do seu medidor. No custo indireto, as lojas pagam no boleto do condomínio a energia elétrica consumida pelo empreendimento de forma rateada, nesses custos indiretos do rateio abrangem:

- Consumo de energia elétrica do condomínio;
- Taxa de contribuição para a CCEE;

- Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS;
- Contrato da empresa de consultoria elétrica do mercado livre;
- Manutenção elétrica das subestações;
- Parcela do custo de eletricitas da empresa de manutenção;
- Taxa de administração.

2.3. Medição de energia

A medição de energia elétrica tem diversas finalidades, entre elas o levantamento do consumo de energia elétrica mensal de um estabelecimento, seja ele residencial, comercial, público ou industrial.

2.3.1.1. Medição do consumo mensal de energia elétrica

Para a medição do consumo mensal de energia elétrica são utilizados equipamentos de medição totalizadores de consumo, que registram a diferença de consumo total do mês anterior e o atual, obtendo assim o consumo atribuído ao mês corrente, medido em kWh.

2.3.1.2. Eficiência Energética

A implantação de ações de eficiência energética busca a obtenção do menor índice de custo em relação à energia utilizada em um processo, muitas vezes são necessárias medidas corretivas para melhoria do índice de eficiência energética, como:

- Otimização do contrato de energia;
- Melhoria do fator de potência;
- Utilização de equipamentos mais eficientes, como lâmpadas de LED, etc.;
- Melhoria nos processos de produção.

Os dados necessários para um estudo de eficiência energética poderão ser coletados por meio de um sistema de gerenciamento de energia, que deve ser capaz de realizar diversas medições de demanda de energia durante o dia, nos horários de ponta e fora de ponta. Atualmente, existem diversas técnicas de medição, como:

- Leitura dos medidores a partir de um computador;
- Leitura dos medidores a partir de um concentrador;
- Utilização de medidores com memória de massa.

2.4. Sistemas Automatizados

2.4.1. Smart Grids

Smart Grids ou redes inteligentes, são sistemas de distribuição e transmissão de energia elétrica que utilizam recursos digitais e da tecnologia da informação. Por meio delas, o sistema opera de forma mais eficiente, com maior controle do fluxo de energia e, conseqüentemente passa a ser mais sustentável.

As grandes cidades para adequar a essas redes inteligentes, têm um desafio e tanto pela frente: resolver problemas de infraestrutura e, ao mesmo tempo se integrar à era digital. E é aí que entram as Smart Grids. Elas podem servir de ponto de partida para as cidades inteligentes, visto que as redes podem habilitar diversos serviços de utilidade pública, como o monitoramento remoto da iluminação, segurança pública, abastecimento de água e gás, distribuição de eletricidade e controle de tráfego.

2.4.2. Smart Meters

O termo Smart Meter se refere a medidores de energia elétrica, mas também pode significar um dispositivo que mede o consumo de gás ou de água. O Smart Meters geralmente envolve sensores em tempo real, notificação de falta de energia e monitoramento da qualidade de energia. Esses recursos adicionais são mais do que uma simples leitura automatizada de medidores. Com os medidores inteligentes, os consumidores poderão acompanhar de perto e em tempo real seu consumo. Isso significa que eles não terão que esperar a conta de energia chegar para avaliar o consumo e tomar providências.

2.4.3. Medidores Kron Instrumentos elétricos

A história da fundação da empresa inicia com imigrantes vindos da Letônia, Sr. Alfredo Bedicks e D. Zelma, chegaram ao Brasil em 1922. Oficialmente no dia 2 de janeiro de 1954 numa pequena área de 60 m² na Avenida Miruna, bairro de Indianópolis em São Paulo, concretizava-se o sonho de Ericks filho do Sr. Alfredo, nascia a Kron Instrumentos Elétricos limitada.

A partir do ano 2000, em função da diversificação de produtos, a Kron seguiu em diferentes segmentos de mercado, tendo como principais as áreas de atuação descritas a seguir:

- Montadores de painéis elétricos;
- Concessionárias de energia elétrica e saneamento;

- Fabricantes de máquinas e equipamentos;
- Automação predial e industrial;
- Setores de manutenção de motores elétricos;
- Shopping center e indústrias;
- Prestação de Serviços.

3. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo deste trabalho foi desenvolvida no Independência Shopping, localizado na cidade de Juiz de Fora - MG.

O empreendimento conforme a BrMalls (2019) chama a atenção pelo seu design e por sua arquitetura, um shopping em curva, com avançadas vitrines que facilitam a visibilidade das lojas, quiosques estrategicamente projetados, corredores amplos e vários pontos tecnicamente instalados de iluminação natural através de claraboias, juntam-se a estes diferenciais a varanda externa que permitem uma linda vista panorâmica da cidade.

O shopping conta com três pisos de estacionamentos e completos corredores de serviços, além de salas de cinema e outras operações de lazer. Com o shopping, Juiz de Fora se consolida como cidade polo da região da Zona da Mata, sua área de influência abrange várias cidades ao redor com população acima de milhões de habitantes.

Segundo a BrMalls (2019) o Shopping possui um fluxo médio mês de 440.000 visitantes e está localizado há 10 minutos do centro da cidade, na Avenida Presidente Itamar Franco, uma das principais avenidas e porta de entrada de Juiz de Fora.

4. METODOLOGIA PROPOSTA

4.1. Estrutura do trabalho

A metodologia deste trabalho de conclusão de curso desenvolveu-se a partir da pesquisa de automatização de medidores digitais e revisão de literaturas de assuntos abordados sobre o gerenciamento de energia elétrica. A proposta iniciou-se através da possibilidade de se transformar um processo manual em um processo automatizado. Para isso foi realizado o estudo das características dos medidores da

Kron Mult-K 120 para realizar a comunicação e utilização do software da RedeMb da própria fabricante Kron.

Inicialmente, uma pesquisa bibliográfica foi realizada afim de definir o escopo geral do sistema a ser desenvolvido. A pesquisa dos dispositivos, equipamentos e todos os componentes do projeto foi realizada através de materiais encontrados no Google Acadêmico e no site da fabricante dos medidores, Kron Instrumentos Elétricos Ltda.

A pesquisa que foi realizada utilizando a ferramenta do Google acadêmico explorou o estudo de projetos de automatização já desenvolvidos para verificar a aplicabilidade, funcionalidade e estrutura física de sistemas similares ao proposto. Além disso, manuais de equipamentos e livros de automatização industrial foram consultados e utilizados como base teórica para iniciar o projeto.

Após o levantamento de dados referentes ao tema proposto, um estudo de caso com implantação real do sistema será realizado.

Os tópicos a seguir trazem informações sobre a metodologia da pesquisa realizada para este trabalho.

1) Referencial teórico: busca fundamentações teóricas pertinentes ao assunto e traz informações sobre o setor elétrico brasileiro de tarifação, de composição de tarifas e bandeiras tarifárias, logo após descreve os tipos de tarifação existentes finalizando sobre conceitos de medição, eficiência energética e sistemas automatizados.

2) O próximo capítulo descreve a arquitetura do local para o estudo e desenvolvimento deste trabalho.

3) O Capítulo 4 descreve a metodologia de estudo com a formulação do problema e o sistema proposto. Os estudos realizados foram sobre o medidor da Kron Instrumento Elétricos Ltda. modelo Mult-K 120, interface serial RS-485, conversor Advantech modelo ADAM-4561 e o protocolo de comunicação MODBUS-RTU.

4) No capítulo 5 é apresentado o estudo de caso, iniciando sobre a descrição do local de implantação do sistema, quadros de medição, quantitativo de medidores e posteriormente testes de funcionamento. Os testes iniciais foram realizados em um medidor instalado isoladamente para o estudo do software e os métodos necessários para o desenvolvimento da arquitetura da rede de comunicação.

5) O capítulo 6 apresenta as análises e resultados com a conexão dos medidores em rede, após cadastramento de todos os medidores e testes em rede foi possível monitorar e gerenciar as grandezas elétricas, posteriormente são apresentados os custos e economias geradas com a implantação do sistema proposto.

6) No próximo capítulo descreve a conclusão do trabalho, considerações finais e trabalhos futuros.

4.1.1. Formulação do problema

Este trabalho consiste em um processo de otimização e resolução de problemas gerados na medição de energia elétrica de lojas em um shopping center.

A leitura manual de kWh pode apresentar sérios problemas no gerenciamento de energia elétrica em um empreendimento, pois uma leitura errada significa erros financeiros, conforme menciona Rocha (2009),

o desenvolvimento de equipamentos e novas metodologias de supervisão e controle da quantidade e qualidade da energia elétrica consumida é uma forma de contribuir para a melhor administração dos recursos energéticos, otimizando seu emprego.

Para o melhor entendimento, será apresentado as etapas de gerenciamento de energia com os respectivos problemas, posteriormente será apresentado o sistema proposto para o gerenciamento de energia.

Etapa 1 - Com uma prancheta e a planilha física do (Anexo A), um eletricista da empresa contratada de manutenção, inicia o percurso para a medição de kWh de medidor por medidor em cada um dos quadros elétricos de medição existentes no empreendimento, o primeiro problema trata-se do tempo de leitura de medidor por medidor;

Etapa 2 - Após anotado a medição de kWh de todos os medidores na planilha (Anexo A) o eletricista realiza a transferência das leituras para outra planilha no Excel (Anexo B), problema desta etapa trata-se de trabalho e retrabalho, pois existem duas planilhas distintas para a mesma finalidade, problema caracterizado devido a existência de uma planilha de mapeamento de medidores e uma segunda planilha de fórmulas para cálculos de custos.

Etapa 3 - Na planilha (Anexo B) no Excel o eletricista realiza uma análise, quando existem grandes variações de consumo. Um estudo é realizado buscando entender os motivos, em paralelo uma nova leitura é realizada para verificar se a

medição foi anotada corretamente. O problema de trabalho e retrabalho repete nessa etapa na verificação da leitura.

Etapa 4 - Após a análise de consumo, a planilha (Anexo B) é enviada pelo eletricista para a administração do shopping. Uma pessoa responsável da administração realiza também uma nova análise;

Etapa 5 - Após as duas análises, a administração inicia o processo de rateio para posteriormente enviar os boletos de cobrança para as lojas.

4.1.2. Sistema Proposto

O sistema proposto é baseado em estudos para automatização da medição de energia com intuito de otimizar os processos de leitura de dados de medidor por medidor.

Além de trazer soluções de otimização, o projeto busca eliminar os problemas de trabalho e retrabalho e na utilização de duas planilhas para uma única planilha para a gestão e gerenciamento de energia.

O sistema proposto iniciou-se pelo estudo do medidor MultK-120, baseado na tecnologia e as aplicabilidades de processos que o medidor disponibiliza, os passos e métodos para o desenvolvimento foram explorar as características técnicas do dispositivo, buscando soluções e o entendimento da comunicação da interface serial, conversor, protocolo e o software.

4.2. Medidor Mult-K 120

Medidores de energia e transdutores digitais de grandezas elétricas, nome técnico do equipamento como menciona o fabricante Kron Instrumentos Elétricos Ltda., o medidor Mult-K 120 conforme descreve o manual (Manual do Usuário - Mult-K 120 - Rev. 4.7, julho/2018, pág.3), é recomendado para sistemas de baixa tensão. O medidor é um instrumento digital microprocessado que abrange uma tecnologia de medição e processamento, possui um display com informações básicas e avançadas e uma interface RS-485 de série que permite a comunicação com dois tipos de protocolos, o MODBUS-RTU padrão para utilização com o software RedeMB da própria fabricante e o protocolo METASYS-N2 para integração com software da Johnson Controls.

Além das informações anteriores, o manual menciona que o medidor possui a função de concentrador de dados, coletando informações de medidores de água e gás que possuem saídas de pulsos.

A Figura 1 ilustra o modelo que será utilizado neste trabalho proposto para o monitoramento e gerenciamento remoto de energia elétrica, a proposta visa estudar o modelo e versões, posteriormente as características para o desenvolvimento deste trabalho.

Figura 1 - Medidor Mult-K 120



Fonte 1 - Kron Instrumentos Elétricos LTDA (2018)

4.2.1.1. Versões de aplicação do medidor Mult-K 120

Conforme a Kron (Manual do Usuário - Mult-K 120 - Rev. 4.7, julho/2018, pág.4) a linha Mult-K 120 possui três versões, sendo que essas três versões são fabricadas para diferentes aplicações conforme o sistema que será utilizado, as versões são:

1. Com display e tecla para navegação;
2. Com chaves chamadas de DIP-Switch para seleção de endereço, display e tecla para navegação;
3. Sem display e sem tecla para navegação.

Este trabalho consiste na utilização de medidores com o display digital, com interface de comunicação serial RS-485 de série, a Figura 2 ilustra o modelo utilizado neste trabalho.

Figura 2 - Medidor Mult-K 120 com display e tecla de navegação



Fonte 2 - Kron Instrumentos Elétricos LTDA (2018)

4.2.1.2. Versões para faixas de medição de corrente Mult-K 120

Outra característica dos medidores Mult-K 120 em relação a medição de corrente são as três opções diferentes disponibilizadas conforme a faixa de medição, a Kron relata (Manual do Usuário - Mult-K 120 - Rev. 4.7, julho/2018, pág.4) que esta característica depende da aplicação, pois as opções diferenciam em relação a faixa mínima e máxima de corrente elétrica a ser medida e também com o tipo de medição que será utilizada, seja medição direta ou indireta, o modelo utilizado para apresentação deste projeto é o modelo 30A C.A., medição direta sem TC-transformador de corrente e faixa efetiva de medição de 1,5 a 120A em corrente alternada.

Para as outras duas opções a Kron (Manual do Usuário - Mult-K 120 - Rev. 4.7, julho/2018, pág.5) relata a 5A C.A. (E-01) são destinadas para utilização em medição indireta pela característica da faixa de medição de 50mA, ou seja, são utilizadas com TC. Para a versão 15A C.A. destinada para utilização de cargas de consumo baixo e ao mesmo tempo alto em medição direta, esse modelo é utilizado para grandes variações de fluxo de corrente elétrica, esse modelo intermediário é o mais utilizado conforme relata o fabricante.

O Quadro 1 demonstra resumidamente os modelos e suas respectivas faixas efetivas de medição mínima e máxima.

Quadro 1 - Modelo e faixa efetiva de medição

Modelo	Faixa de medição	
	Mínima	Máxima
30A C.A.	1,5A em C.A.	120A em C.A.
15A C.A.	750mA em C.A.	100A em C.A.
5A C.A. (E-01)	50mA em C.A.	30A em C.A.

Fonte 3 - Ficha técnica K0003 - Medidor Mult-K 120, Rev.6.3 (2018)

Como este trabalho consiste no desenvolvimento de medidores existentes, foi realizado o levantamento e observado que o modelo utilizado nas instalações é com display digital, modelo 30A C.A., medição direta sem TC, esse modelo pode ser utilizado para o duplo monitoramento, no local fisicamente instalado e através do software.

Para outras aplicações que divergem do modelo Mult-K 120 a Kron disponibiliza o modelo Mult-K 05, este modelo é recomendado para utilização que exigem a medição indireta com auxílio de TC e TP.

4.2.2. Características Técnicas do Medidor Mult-K 120

4.2.2.1. Alimentação Auxiliar

Conforme o manual do medidor (Manual do Usuário - Mult-K 120 - Rev. 4.7, julho/2018, pág.8), a alimentação padrão de alimentação auxiliar são em 120 ou 220 Volts em CA em 50 ou 60 Hz.

O fabricante disponibiliza também outras opções para alimentação auxiliar conforme o Quadro 2, para esses casos deverão ser solicitados no ato da compra.

Quadro 2 - Fontes de alimentação auxiliar

Disponibilidade	Tipo de Fonte	Faixa de Operação
Padrão	120 ou 220 Volts em CA	80 a 120% do valor nominal
Opcional	12 Volts em CC	90 a 120% do valor nominal
Opcional	24 Volts em CC	80 a 120% do valor nominal
Opcional	48 Volts em CC	80 a 120% do valor nominal
Opcional	Fonte Universal	85 a 265 Volts em CA ou 100 a 375 Volts em CC.

Fonte 4 - Ficha técnica K0003 - Medidor Mult-K 120, Rev.6.3 (2018)

4.2.2.2. Entrada de Tensão

A entrada de tensão conforme (Manual do Usuário - Mult-K 120 - Rev. 4.7, julho/2018, pág.8), será de acordo com o tipo de ligação, ou seja, para sistema monofásico utiliza-se uma fase e o neutro, bifásico utiliza-se duas fases e o neutro e o trifásico utiliza-se as três fases e o neutro, o range para operação e funcionamento de tensão e frequência são:

- Faixa de operação de 20 até 500 Volts entre fases;
- Frequência de Operação de 44 a 72Hz;
- Os medidores utilizados neste trabalho, foram alimentados por tensões de 380 Volts, sistema trifásico, 60Hz.

4.2.2.3. Entrada de Corrente

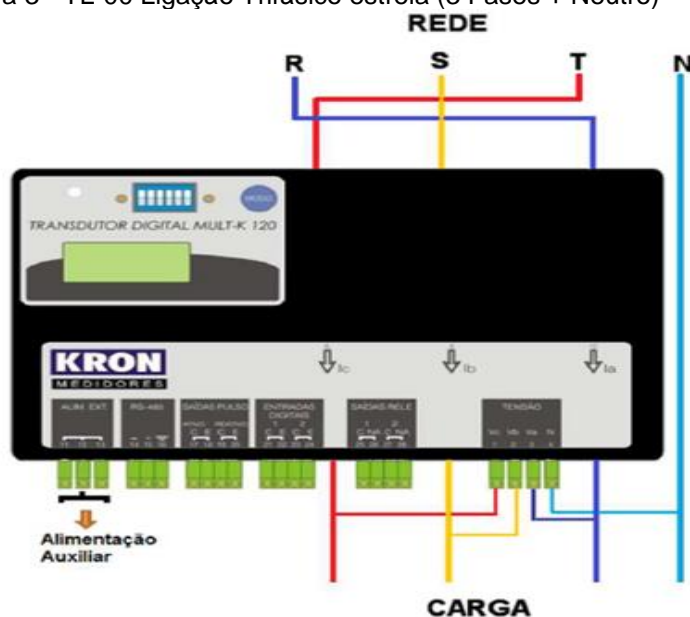
Conforme as versões disponibilizadas para as devidas faixas efetivas de medição de corrente elétrica do Quadro 1 e de acordo com as dimensões do medidor conforme a Figura 5, fora dessas características a Kron recomenda o uso do modelo Mult-K 05.

4.2.2.4. Esquemas de ligação

A escolha do tipo de ligação deverá ser realizada de acordo com a carga a ser medida, seja monofásica, bifásica ou trifásica. A seguir encontra-se a lista dos tipos de ligações disponíveis e suas respectivas observações quanto as fases que deverão ser utilizadas, isto é necessário para evitar erros nas medições conforme relata a Kron (Manual do Usuário - Mult-K 120 - Rev. 4.7, julho/2018, pág.13 a 21).

- TL00 Ligação trifásico estrela (3 Fases + Neutro) conforme ilustra a Figura 3;
- TL01 Ligação bifásico (2 Fases + Neutro) - similar ao TL-00, porém sem a conexão com a fase S;
- TL02 Ligação monofásico (1 Fase + Neutro ou 2 Fases) - similar ao TL-00, porém sem as conexões das fases S e T;
- TL48 Ligação trifásico delta (3 Fases sem Neutro) - similar ao TL-00, porém sem a conexão de neutro.

Figura 3 - TL-00 Ligação Trifásico estrela (3 Fases + Neutro)



Fonte 5 - Ficha técnica K0003 - Medidor Mult-K 120, Rev.6.3 (2018)

4.2.2.5. Entradas Digitais

O medidor possui duas entradas digitais para o registro de pulsos externos. Podem ser aplicadas para integração de sistemas de medição de água e gás, porém com equipamentos disponíveis com a tecnologia de pulsos digitais.

- Tipo acoplador óptico;
- Tensão de 12 a 24 Volts em C.C.;
- Frequência máxima de 2Hz.

4.2.2.6. Saída Digital

O medidor Mult-K 120 possui duas saídas a relé, com operação remota via software. A aplicação permite comandar cargas remotamente com acionamento via software.

- Nível de tensão de até 250Volts em C.A. ou C.C.;
- Corrente elétrica máxima de 2Amperes em C.A. ou C.C.

4.2.2.7. Saídas de Pulso

O parâmetro PEN determina a quantidade de Wh ou Varh consumidos para que seja emitido um pulso. A Kron descreve (Manual do Usuário - Mult-K 120 - Rev. 4.7, julho/2018, pág.8) que este pulso pode ser utilizado para ligar algum comando externo. A programação deste parâmetro é realizada via software RedeMB.

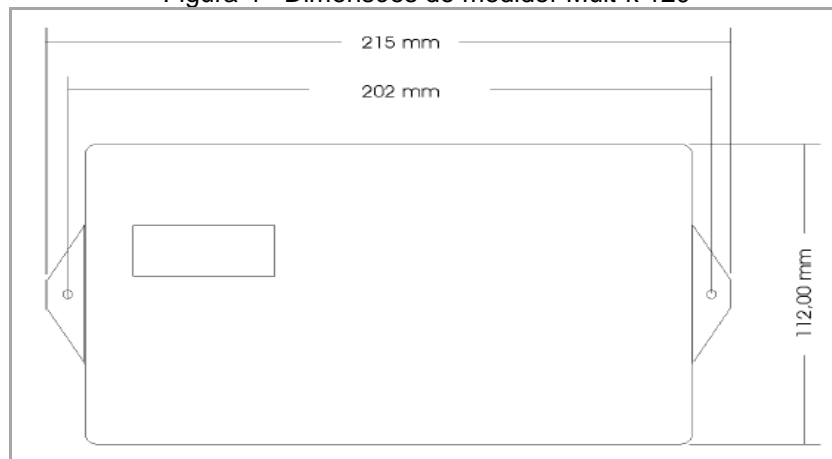
- Tipo coletor aberto;

- Frequência máxima de 1Hz.

4.2.2.8. Dimensões

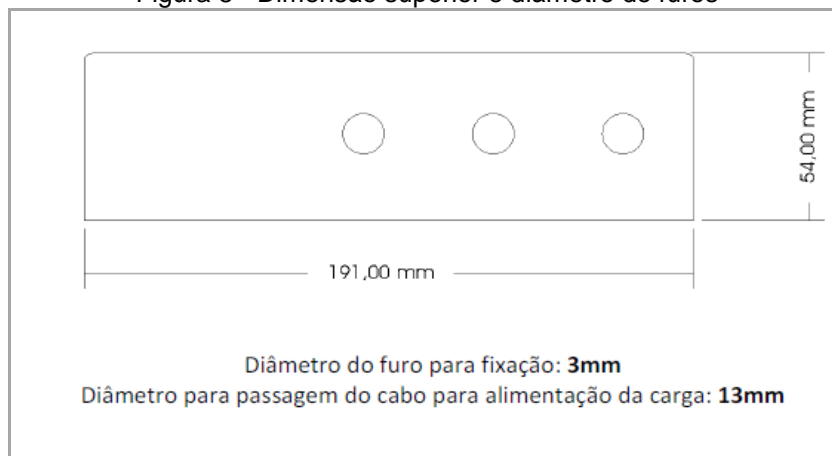
Conforme a kron (Manual do Usuário - Mult-K 120 - Rev. 4.7, julho/2018, pág.9) o medidor possui uma vantagem em relação a sua dimensão, otimizando assim o espaço utilizado na montagem em painéis, pode-se dizer que pela dimensão os medidores são compactos, a Figura 4 e a Figura 5 retrata essa característica, um ponto de atenção é o diâmetro do furo do medidor para passagem do cabo de alimentação das cargas que são de 13 mm, os cabos não poderão exceder esse limite, o cabo de seção máxima que o fabricante recomenda são de 35 mm².

Figura 4 - Dimensões do medidor Mult-k 120



Fonte 6 - Kron Instrumentos Elétricos LTDA (2018)

Figura 5 - Dimensão superior e diâmetro de furos



Fonte 7 - Kron Instrumentos Elétricos LTDA (2018)

4.2.2.9. Grandezas elétricas medidas pelo medidor Mult-K 120

Com o medidor Mult-K 120 o fabricante menciona (Manual do Usuário - Mult-K 120 - Rev. 4.7, julho/2018, pág.7) que é possível realizar a medições de até quarenta e quatro grandezas elétricas, podendo ser aplicados em sistemas

monofásicos, bifásicos ou trifásicos estrela ou delta, tanto na forma direta quanto na forma indireta;

O Quadro 3 lista todas as grandezas e disponibiliza os valores através do software RedeMB.

Quadro 3 - Grandezas elétricas medidas do medidor Mult-K 120

	Grandeza	Unidade	Tipo de medição
Instantâneas	Tensão	VCA	Fase-Fase, Fase-Neutro
	Corrente	ACA	Por fase ou Trifásica
	Potência Ativa	W	
	Potência Reativa	VAr	
	Potência Aparente	VA	
	Fator de Potência	-	
	Frequência	Hz	Fase R
	THD - Distorção Harmônica Total	%	por fase de tensão e corrente, até a 31ª ordem
Acumulativas	Energia Ativa Positiva e Negativa	KWh	Monofásica, Bifásica ou Trifásica, dependendo do circuito que está sendo medido
	Energia Reativa Positiva e Negativa	kVArh	
	Demanda Ativa Média e Máxima	KW	
	Demanda Aparente Média e Máxima	KVA	
	Máxima Tensão e Corrente Trifásica	V e A em	
	Contador de pulsos entrada de digital	Pulsos	Mult-K 120

Fonte 8- Manual do Usuário - Medidor de Energia Mult-K 120, Rev. 4.3 (2010)

4.2.2.10. Medição de Demanda

De acordo com a Kron (Manual do Usuário - Mult-K 120 - Rev. 4.7, julho/2018, pág.43) a demanda é a potência elétrica medida durante um determinado intervalo de tempo. Este intervalo de tempo, chamado Tempo de Integração (TI), possui uma faixa de 1 a 60 minutos e é parametrizável tanto via display quanto via software. O medidor registra a demanda ativa média e máxima e aparente média e máxima.

4.2.2.11. IHM: Interface Homem-Máquina

O medidor Mult-K 120 possui IHM para visualização das grandezas elétricas. Através do botão MODO é possível visualizar todas as grandezas elétricas medidas (instantâneas e acumulativas), bem como visualizar os parâmetros do medidor.

Conforme a Kron (Manual do Usuário - Mult-K 120 - Rev. 4.7, julho/2018, pág.23) a interface do medidor Mult-K 120 possui quatro modos de operação conforme ilustrados no Quadro 4.

Quadro 4 - Modos de operação na IHM

Modo	Indicação na IHM	Funcionalidade
Energia	MEDICAO ENERGIA	Visualização dos valores de consumo e fornecimento de energia e demandas ativa e aparente (atual e máxima). Inclui quantidade de pulsos recebidos pelas entradas digitais e status das saídas digitais.
Instantâneo	MEDICAO INSTANT	Visualização das grandezas elétricas instantâneas e dos valores máximos de tensão e corrente.
Parâmetros	CONFERIR PARAMET	Verificação de constantes programadas (TP, TC, TL, etc.) e parâmetros de comunicação.
Medição Parcial	MEDICAO ENER PAR	Monitoramento do valor do consumo de energia ativa positiva durante um determinado tempo.

Fonte 9 - Ficha técnica K0003 - Medidor Mult-K 120, Rev.6.3 (2018)

No modo energia é possível visualizar as grandezas relativas à energia e demanda. A seleção é feita pela tecla MODO, as grandezas disponíveis para leitura são de acordo com o Quadro 5.

Quadro 5 - IHM Modo Energia

Display	Descrição
EA+	Energia ativa positiva
EA-	Energia ativa negativa
ER+	Energia reativa positiva
ER-	Energia reativa negativa
DA	Demanda ativa
MDA	Máxima demanda ativa
DS	Demanda reativa
MDS	Máxima demanda reativa

Fonte 10 - Manual do Usuário - Medidor de Energia Mult-K 120, Rev. 4.3 (2010)

Para o próximo (modo instantâneo), é necessário pressionar a tecla MODO por três segundos. Conforme a Kron é possível visualizar as grandezas instantâneas e outros conforme o Quadro 6.

Quadro 6 - IHM Modo Instantâneo

Display	Descrição	Display	Descrição
U0	Tensão trifásica	Q3	Potência reativa linha 3
U1N	Tensão linha 1	S0	Potência aparente trifásica
U2N	Tensão linha 2	S1	Potência aparente linha 1
U3N	Tensão linha 3	S2	Potência aparente linha 2
U12	Tensão fase 1-2	S3	Potência aparente linha 3
U23	Tensão fase 2-3	PF0	Fator de potência trifásico
U31	Tensão fase 3-1	PF1	Fator de potência linha 1
I0	Corrente trifásica	PF2	Fator de potência linha 2
I1	Corrente linha 1	PF3	Fator de potência linha 3
I2	Corrente linha 2	Freq.	Frequência (fase R)
I3	Corrente linha 3	U máx.	Máxima tensão trifásica
P0	Potência ativa trifásica	I máx.	Máxima corrente trifásica
P1	Potência ativa linha 1	THDU1	THD linha 1 – tensão
P2	Potência ativa linha 2	THDU2	THD linha 2 – tensão
P3	Potência ativa linha 3	THDU3	THD linha 3 – tensão
Q0	Potência reativa trifásica	THDI1	THD linha 1 – corrente
Q1	Potência reativa linha 1	THDI3	THD linha 2 – corrente
Q2	Potência reativa linha 2	THDI3	THD linha 3 – corrente

Fonte 11 - Manual do Usuário - Medidor de Energia Mult-K 120, Rev. 4.3 (2010)

Para o próximo modo (conferir parâmetros), é necessário pressionar a tecla MODO por três segundos. Conforme a Kron é possível visualizar os dados de fábrica e demais parâmetros gerais conforme o Quadro 7. A programação é possível pelo software RedeMB.

Quadro 7 - Parâmetros configuráveis do medidor Mult-k 120

Parâmetros	Descrição
VERSÃO	Versão do medidor.
TP	Constante que define a relação do transformador de potencial, obtida por meio da divisão do primário pelo secundário. Caso utilize-se um TP de por exemplo 13.800/115, deve ser programada a relação do TP = 120. Configuração padrão de fábrica TP = 1.
TC	Constante que define a relação do transformador de corrente, obtida por meio da divisão do primário pelo secundário. Caso utilize-se um TC de por exemplo de 1000/5, deve ser programada a relação do TC = 200. Configuração padrão de fábrica TC = 1.
SENT COR	É o sentido de fluxo da corrente, \swarrow significa que o sentido é o da seta indicada (de cima para baixo) e \nwarrow significa que o sentido é ao contrário (debaixo para cima). Padrão de fábrica é \swarrow (de cima para baixo).
TL	É o tipo de ligação, indica qual é o número referente ao tipo de ligação selecionado. Configuração padrão de fábrica TL = 00 (Trifásico Estrela).
TI	Define o tempo de Integração para cálculo da demanda, em minutos. Configuração padrão de fábrica TI = 15.
PEN(KE)	Quantidade de Wh ou VARh necessários para o medidor emitir um pulso em sua saída. Exemplo: PEN(KE) = 1000 (A cada 1000Wh ou 1000Varh será gerado 1 pulso). Caso essa função não seja utilizada, a constante deve ser mantida com a configuração padrão de fábrica PEN(KE) = 0.
Serial	É a velocidade (baudrate) e formato de dados (paridade e stop bits) selecionados para a saída serial RS-485. São disponibilizadas as velocidades de 9600, 19200, 38400 ou 57600bps e os formatos de dados 8N1, 8N2, 8E1 e 8O1. Configuração padrão de fábrica = 9600bps - 8N2.
Endereço	Endereço selecionado para a comunicação via protocolo MODBUS-RTU. Configuração padrão de fábrica Endereço = 254.
Num Ser	É o número de série do medidor
Cód. Erro	Código de erro. Para saber o significado de cada código de erro, consulte o capítulo <i>Código de erros</i> .
CONF INT	Configuração interna do medidor.

Fonte 12- Manual do Usuário - Medidor de Energia Mult-K 120, Rev. 4.3 (2010)

Para o próximo modo (medição parcial) é necessário pressionar por três segundos o botão MODO. No modo Medição Parcial é possível monitorar a energia ativa positiva durante um determinado período de tempo. Conforme a Kron a leitura de energia ativa positiva parcial (EAP) é volátil, isto é, ao retirara alimentação do medidor a mesma se perde.

4.2.2.12. Códigos de erros

Através do código de erro o fabricante relata (Manual do Usuário - Mult-K 120 - Rev. 4.7, julho/2018, pág.41) que é possível verificar uma série de pontos do Transdutor Mult-K conforme apresentado no Quadro 8.

Quadro 8 - Códigos de erros

Código	Descrição
000	Funcionamento normal do medidor Nota: Este código não implica em ligação ou parametrização correta do sistema
001	Fases de tensão em sequência anti-horária ou falta de uma das fases
002	Erro matemático
004	Overflow (estouro) na geração dos pulsos de energia, é causado por um valor da constante KE muito baixo. Consulte o capítulo saída de pulsos.
008	Excedido o limite permitido para tensão e/ou corrente. *Pode danificar o equipamento.
016	Sistema reiniciado incorretamente.

Fonte 13- Manual do Usuário - Medidor de Energia Mult-K 120, Rev. 4.3 (2010)

4.2.2.13. LED inteligente

O medidor Mult-K 120 conforme a Kron (Manual do Usuário - Mult-K 120 - Rev. 4.7, julho/2018, pág.23) apresenta um sistema de LED inteligente para indicação de erros e de comunicação, um LED bicolor (verde/vermelho) indica o estado do medidor conforme o Quadro 9.

Quadro 9 - LED inteligente, indicador de erros e de comunicação

Estado do LED	Significado
Vermelho, piscando a cada 1s	Código de erro 0x01 (falta ou inversão de fase)
Verde, estático	Sem erros e sem comunicação
Verde, piscando rápido	Sem erros e comunicando

Fonte 14 - Manual do Usuário - Medidor de Energia Mult-K 120, Rev. 4.3 (2010)

4.3. Interface Serial RS-485

A interface Serial RS-485 segundo Freitas (2017) não é considerado um protocolo de comunicação, trata-se de um padrão normalizado que especifica detalhes físicos, níveis de tensão de operação, número de dispositivos e distância máxima.

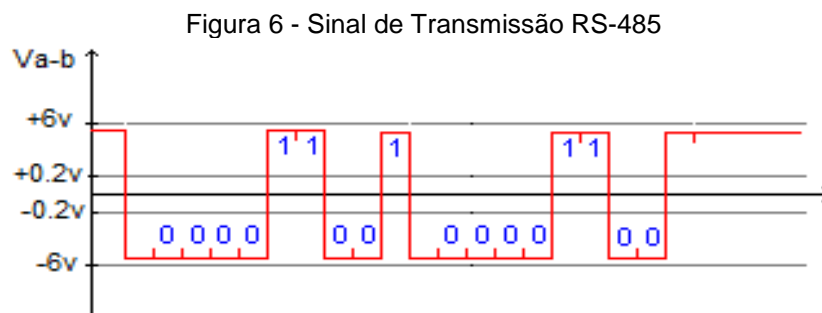
Segundo Freitas (2017) o RS-485 (Recommendad Standart-485 traduzindo para o português, padrão recomendado-485) foi aprovado em 1983 pela EIA (Electronics Industries Association) como um meio de transmissão de dados por cabeamento, sendo amplamente aceito em praticamente todo tipo de indústria.

Freitas (2017) menciona que o padrão RS-485 possui dois modos de operação, o modo half-duplex que utiliza um par de cabos ou o modo full-duplex que

utiliza dois pares de cabos, sendo que em half-duplex as operações de envio ou recebimento de dados não podem ser realizadas no mesmo tempo. Já no modo full-duplex, é possível enviar e receber dados ao mesmo tempo, porém a utilização do modo half-duplex predomina em quase todas as aplicações industriais por conta do baixo custo de implantação.

O padrão RS-485 opera através de sinais diferenciais de tensão entre um par de fios conforme representado na Figura 6, onde o transmissor oferece uma tensão de no mínimo 1.5V/-1.5V e o receptor recebe uma sensibilidade de no mínimo 200mV/-200mV.

No sinal diferencial um fio transmite o sinal positivo e no outro fio é transmitido o sinal negativo, chamados respectivamente de sinal A e sinal B, ou ainda designados como “+” e “-“, cada nível de tensão define um bit, e a cada 8 bits define 1 byte, o que define uma mensagem binária.



Fonte 15 - Redes de comunicação em RS-485, Freitas (2017)

Segundo Freitas (2017) o padrão RS-485 apenas especifica características elétricas, modos de operação da rede e não especifica e nem recomenda protocolos.

A aplicação típica para o padrão RS-485 é a de um mestre e vários escravos, como um único computador mestre ligado na rede conectado a diversos dispositivos endereçáveis remotos que compartilham o mesmo cabo.

O medidor Mult-K 120 possui uma saída serial padrão RS-485 para leitura e parametrização remota. O monitoramento remoto do medidor conforme a Kron pode ser feito através de qualquer equipamento que atue como mestre, o Quadro 10 define as características técnicas da interface serial do medidor Mult-K 120.

Quadro 10 - Características técnicas da interface serial do medidor Mult-K120

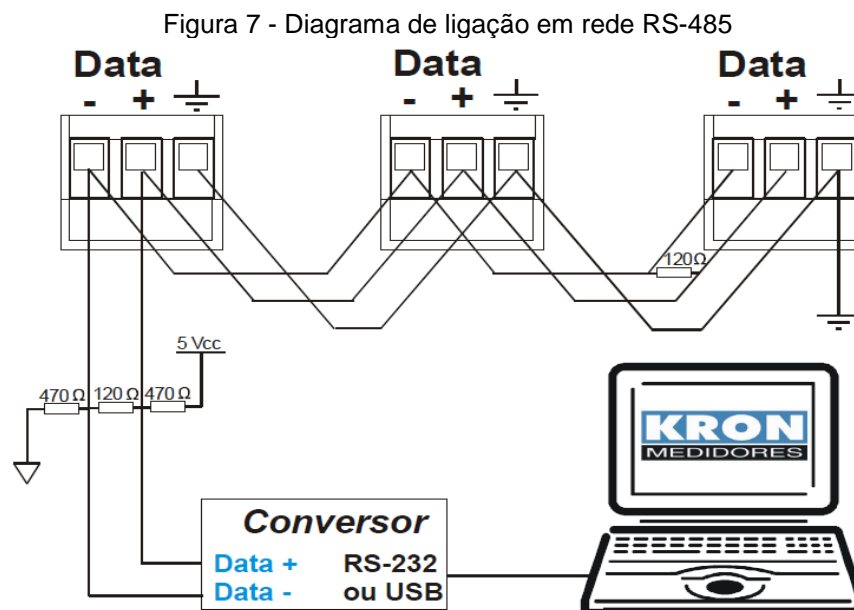
Características Técnicas	
Padrão	RS-485, Half-Duplex, 2 fios
Protocolo	MODBUS-RTU
Velocidade (baud rate) em bps	9600, 19200, 38400 ou 57600
Paridade (parity)	Nenhuma, ímpar ou par
Bits de Parada (stop bits)	1 ou 2
Bits de Início (start bits)	1
Bits de dados	8 bits
Faixa de Endereço	1 até 247
Distância máxima sem necessidade de uso de amplificadores de sinal:	1000 m
Quantidade máxima de transdutores sem necessidade de uso de amplificadores de sinal:	32

Fonte 16 - Manual do Usuário - Medidor de Energia Mult-K 120, Rev. 4.3 (2010)

4.3.1. Diagrama de Ligação da Interface Serial RS-485

A interface serial RS-485 do medidor Mult-K 120 possui 3 (três) pontos de conexão: DATA+, DATA- e GND (terra). A forma correta de ligar os instrumentos em rede é do tipo “ponto-a-ponto”, isto é, do mestre efetua-se a conexão do primeiro medidor, do primeiro medidor efetua-se a conexão do segundo e assim por diante.

A Figura 7 esquematizada uma aplicação típica de medidores utilizando um conversor RS-485/USB para ligação ao computador e uso do software RedeMB.



Fonte 17 - Manual do Usuário - Medidor de Energia Mult-K 120, Rev. 4.3 (2010)

4.3.2. Recomendações para a Interface Serial RS-485 com o Mult-K 120

- Cabo par trançado 3x24 AWG, blindagem e impedância característica de 120 Ohms;
- Dois resistores de terminação de 120 Ohms em cada extremidade, ou seja, um na saída do conversor e outro no último instrumento instalado na rede;
- Dois resistores de polarização de 470 Ohms utilizando fonte externa de 5 V em C.C. conforme a Figura 7;
- Conectar o cabo terra da malha RS-485 dos instrumentos utilizando um dos fios disponíveis do cabo e conectar apenas uma das pontas deste fio ao cabo terra da instalação. Não deve ser utilizada a blindagem do cabo para conectar o cabo terra dos instrumentos.
- Conectar uma das pontas da blindagem ao cabo terra da instalação.
- Acima de 32 instrumentos ou distância superior a 1000 metros, instalar repetidor de sinal. Para cada repetidor de sinal instalado, será necessário adicionar os resistores de terminação e polarização conforme a Figura 7.

4.4. Conversor USB/RS-485

Os conversores conforme o manual do ADAM-4561 (2012, pág. ii) tem como função converter um determinado meio físico a outro, a maioria dos computadores é equipado apenas com interface serial RS-232 ou USB, não compatível com a interface serial RS-485 da maioria dos equipamentos de automação industrial ou predial. Para permitir a comunicação do computador com os medidores é necessário um disposto de conversão, neste caso, foi utilizado o conversor RS-485 para USB da marca Advantech modelo ADAM-4561.

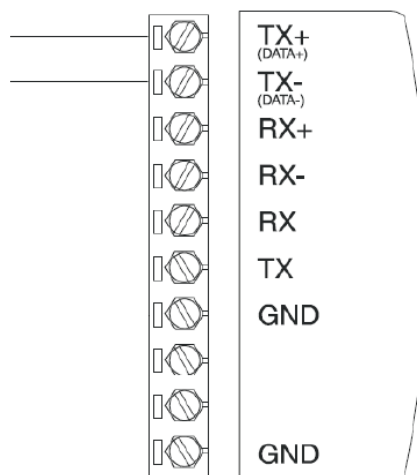
4.4.1. Especificações do conversor ADAM-4561

- Porta: uma porta RS-232/422/485 independente;
- Serial: cabo de par trançado;
- Suporte ao Driver: Windows 2000/2003 / XP / Vista / 7 (32 bits e 64 bits);
- Colocação: trilho DIN, montagem em painel;

4.4.2. Conexão serial RS-485/USB do conversor ADAM-4561

O modelo ADAM-4561 possui um conector de 10 pinos para conexão as portas seriais conforme ilustrado na Figura 8. Apenas um cabo de par trançado é necessário para transmitir sinais de dados para a Interface RS-485.

Figura 8 - Conexão serial conversor ADAM-4561



Fonte 18 - Manual do usuário, ADAM-4561 (2012)

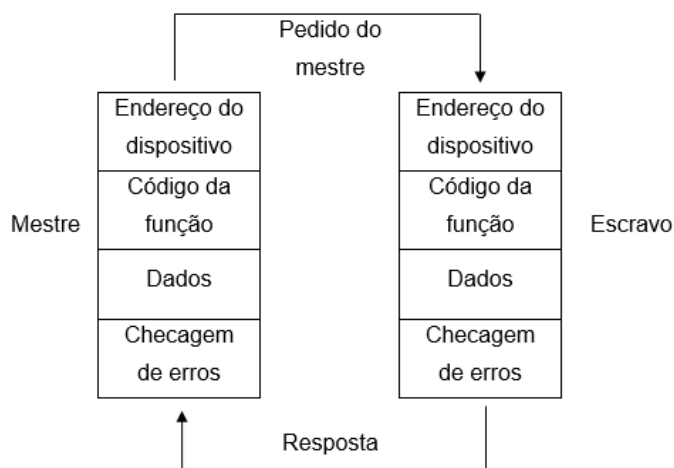
4.5. Protocolo de comunicação Modbus

Segundo Freitas (2014) o protocolo Modbus é uma estrutura de mensagem aberta desenvolvida pela Modicon na década de 70 para comunicação entre dispositivos mestre-escravo / transmissor-receptor. A Modicon foi posteriormente adquirida pela Schneider e os direitos sobre o protocolo foram liberados. O Modbus é um dos protocolos mais utilizados em automatização industrial, graças à sua simplicidade e facilidade de implementação, podendo ser utilizado em diversos padrões de meio físico, como:

- RS-232;
- RS-485;
- Ethernet TCP/IP (MODBUS TCP).

Freitas (2014) relata que a estrutura da mensagem inicia com a comunicação do mestre solicitando que os escravos enviem seus dados. Os escravos, por sua vez, recebem a requisição do mestre e retornam os dados solicitados. Os dados transmitidos podem ser discretos ou numéricos, ou seja, é possível enviar valores numéricos como tensão e corrente ou enviar um bit para ligar e desligar um dispositivo, pode-se dizer que o protocolo Modbus é o idioma falado pela interface serial RS-485. Na Figura 9 a seguir podemos observar como é constituído o quadro de mensagens no protocolo Modbus.

Figura 9 - Quadro de mensagens Modbus



Fonte 19 - Embarcados, Protocolo Modbus: Fundamentos e Aplicações, (2014)

4.5.1. Modos de transmissão Modbus

Na especificação do protocolo estão definidos dois modos de transmissão:

- ASCII;
- RTU.

Os modos definem a forma como são transmitidos os bytes da mensagem, e como a informação da mensagem será compactada no envio da mensagem e descompactada no recebimento da mensagem. No Modo de transmissão ASCII (American Standard Code for Information Interchange), cada byte de caractere em uma mensagem é enviado dois caracteres sem geração de erros. No modo RTU (Remote Terminal Unit), cada mensagem de 8 bits contém dois caracteres hexadecimais de 4 bits.

5. ESTUDO DE CASO

5.1. Descrição técnica do local de implantação do sistema

A implantação desse sistema de monitoramento e gerenciamento remoto de energia elétrica é referente ao sistema de rateio de energia do Independência Shopping referente a lojas, quiosques e também depósitos, cuja tensão em corrente alternada são em 220 Volts entre fase e neutro e 380 Volts entre fases, as características de arquitetura do empreendimento estão descritas com maiores detalhes no capítulo 3 deste trabalho.

5.1.1. Sistema elétrico do Independência Shopping

O sistema elétrico do empreendimento é composto de uma subestação denominada cabine de medição onde estão concentrados todo o sistema de energia elétrica em tensão nominal de 22kV, dentro dessa sala técnica chamada cabine de medição possuem também o sistema de medição e de proteção para as lojas que possuem alimentação e subestações independentes, essas lojas não fazem parte do sistema de automatização deste trabalho, pois não fazem parte do gerenciamento e controle de consumo de energia realizada pela administração do shopping, a medição dessas lojas são diretamente realizadas pela concessionária de distribuição de energia elétrica em 22kV, são cinco lojas que possuem todo o sistema independente, são elas:

- Kinoplex (cinema);
- Renner;
- Leader;
- C&A;
- Lojas Americanas.

Essas lojas independentes, chamadas de lojas âncoras, nome denominado pelo espaço físico ocupado e também por serem grandes departamentos, são pontos de interesse para um shopping center para diversificar o potencial de atração de consumidores e também o faturamento, segundo Rock Content (2017),

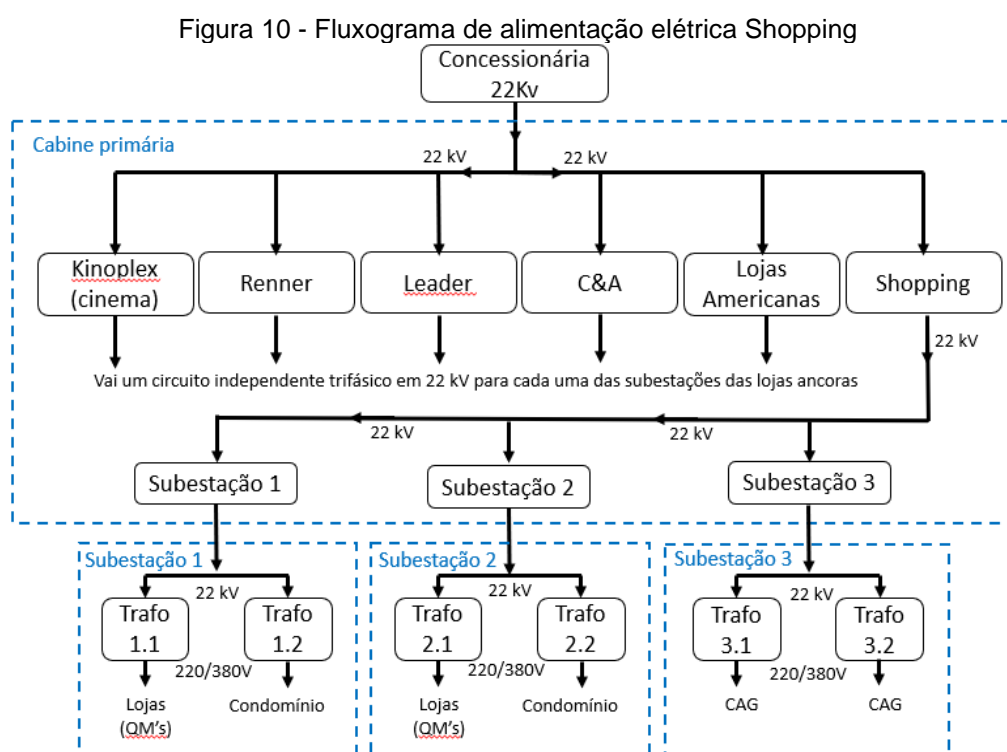
essas lojas não somente diferenciam por ser grandes, mais também pela maior qualidade e grande diversidade dos produtos, melhor atendimento ao público, presença na mídia e melhor publicidade, maior demanda do público e pela capacidade de atrair consumidores de diferentes segmentos, inclusive os de maior renda.

Excluindo essas cinco lojas âncoras, o shopping fornece energia elétrica para todas as lojas e para o condomínio, o empreendimento conta com três subestações distintas divididas por setores para suprir a demanda total. A partir da cabine de medição percorre-se três circuitos independentes em 22kV para alimentação dessas três subestações, cada subestação possui dois transformadores de potência igual a 1000kVA que abaixa a tensão para 220/380 Volts, posteriormente das subestações percorre-se circuitos independentes para alimentação dos quadros de medição.

Das três subestações existentes, a subestação 3 é para atender somente a central de água gelada, que consiste em grandes equipamentos em termos de potência elétrica, este sistema de ar condicionado fornece para todo o shopping

água gelada, sistema este para atender a refrigeração de todas as lojas e também para atender as áreas comuns do empreendimento. Vale lembrar que este sistema de ar condicionado não integra as cinco lojas citadas anteriormente, pois elas também possuem todo seu sistema de ar condicionado independente.

As outras duas subestações 1 e 2 dividem o shopping em duas partes para alimentação de todas as instalações incluindo lojas, quiosques, depósitos, áreas comuns, áreas técnicas e todo o restante do condomínio, as características dessas duas subestações são a divisão parcial dos circuitos que contemplam as lojas e o restante do condomínio, a Figura 10 ilustra simplificada o sistema da cabine primária em 22kV até aos quadros elétricos de medição em 220/380 Volts.



Fonte 20 - Próprio autor (2019)

5.1.2. Sistema elétrico de medição de energia elétrica de lojas

Nesta seção estão descritos os locais do empreendimento para entendimento do processo de implantação e da automatização dos medidores de energia. O Shopping possui uma estrutura de seis pavimentos conforme relacionados a seguir.

- Cobertura ou nível de serviços;
- Pavimento Lojas L2;
- Pavimento Lojas L1;

- Pavimento Estacionamento G3;
- Pavimento Estacionamento G2;
- Pavimento Estacionamento G1;

O pavimento estacionamento G1 é o primeiro andar do empreendimento, o pavimento estacionamento G2 é o segundo andar e assim sucessivamente até o sexto andar situado na cobertura ou nível de serviços.

O empreendimento possui vários corredores e setores técnicos, todos os pavimentos possuem quadros de medição situados em lugares estratégicos de acordo com o projeto do empreendimento.

Os quadros de medição são nomeados pela sigla QM que é a abreviatura de quadro de medição, posteriormente a próxima identificação refere-se ao pavimento de localização conforme os pavimentos descritos anteriormente, e por último o número correspondente a quantidade de quadros existentes no mesmo pavimento, no total são 20 quadros instalados no shopping e 227 medidores, sendo que um desses quadros possui nome distinto dos demais devido a sua característica, o QTL CO 01 - Quadro terminal de luz CO 01 como é chamado, refere-se aos letreiros instalados na fachada do Shopping, o Quadro 11, trata-se da relação de todos os quadros de medição com a respectiva quantidade de medidores existentes no empreendimento.

Quadro 11 - Quadros de medição com respectivas quantidades de medidores

Item	Pavimento de localização	Nome do quadro de medição	Quantidade de medidores instalados
1	G1	QM G1 01	05
2	G2	QM G2 01	09
3	G2	QM G2 02	07
4	G2	QM G2 03	03
5	G3	QM G3 01	09
6	G3	QM G3 02	15
7	G3	QM G3 03	17
8	G3	QM G3 04	14
9	G3	QM G3 05	17
10	L1	QM 101	09
11	L1	QM 102	16
12	L1	QM 103	19
13	L2	QM 201	04
14	L2	QM 202	12
15	L2	QM 203	14
16	L2	QM 204	08
17	Cobertura	QM CO 01	11
18	Cobertura	QM CO 02	10
19	Cobertura	QM CO 03	20
20	Cobertura	QTL CO 01	08

Fonte 21 - Próprio autor (2019)

No total são 227 medidores instalados de fabricação Kron modelo mult-K 120, porém existem operações que não possuem medidores, pois trata-se de depósitos pequenos de aproximadamente 4 a 8 metros quadrados ao qual possuem apenas um a dois circuitos de iluminação somente, com isso o valor de consumo somente de um a dois circuitos de iluminação inviabiliza o custo de investimento para instalação desses medidores, o shopping relata que é cobrado um valor fixo de taxa junto ao aluguel do espaço para a compensação do consumo de energia, este valor fixo não foi informado, devido a sua variação em relação a dimensão de cada um dos depósitos, no total somam 32 pontos mapeados que não possuem medidores de energia.

O shopping possui uma característica específica mínima de carga disponível para alimentação padrão para as lojas e quiosques de 32A em sistema trifásico em 220/380 Volts com cabos de 6 mm² de acordo com o projeto elétrico, para cargas superiores, o circuito passa a ser alimentado diretamente da subestação ou realizado um estudo de capacidade e viabilidade para aumento de carga através dos QM's. Para os medidores instalados nos painéis das subestações seguem padrões diferentes e de fabricação Schneider, sistema distinto que não integram ao software da Kron, com isso esses medidores não foram integrados ao sistema de automatização, no total são 22 medidores incluindo os medidores geral de cada um dos transformadores das subestações 1, 2 e 3.

No levantamento dos medidores instalados no shopping para o projeto de automatização, foram identificados o total de 281 pontos, porém essa quantidade estão os pontos sem medição e de marca diferente que não integram ao sistema proposto, restando assim 227 medidores para a implementação do sistema de monitoramento e gerenciamento de energia elétrica, o Quadro 12 demonstra a relação de todos pontos com as respectivas quantidades.

Quadro 12 - Levantamento de medidores

Pontos	Quantidade
Total de medidores Kron Mult-K 120	227
Total de pontos sem medidor	32
Total de medidores de lojas Schneider	16
Total de medidores de subestação Schneider	6
Total geral de pontos	281

Fonte 22 - Próprio autor (2019)

De acordo com o levantamento dos medidores e suas respectivas quantidades, os 227 medidores estão localizados estrategicamente conforme o projeto do shopping.

Para alimentação de algumas lojas e depósitos que estão situadas nos pavimentos G1 e G2 os quadros de medição estão instalados nos próprios pavimentos G1 e G2.

As lojas que estão situadas no pavimento L1 recebem alimentação elétrica por baixo, com essa característica os painéis de medição de energia foram instalados no andar logo abaixo, no pavimento G3, a infraestrutura elétrica percorre o teto do estacionamento G3 e sobe com destino cada loja, para as lojas no pavimento L1 que possuem divisão com corredores técnicos de serviços, os quadros de medição estão instalados nesses corredores no mesmo pavimento L1.

Para as lojas que estão situadas no pavimento L2, essas são ao contrário do L1, ou seja, recebem alimentação elétrica por cima, com essa característica os painéis de medição de energia foram instalados no andar logo acima no pavimento da cobertura, a infraestrutura elétrica percorre em corredores técnicos e descem com destino cada loja, para as lojas que possuem divisão com corredores técnicos de serviços semelhantes ao do pavimento do L1, os quadros de medição estão instalados nesses corredores no mesmo pavimento L2.

5.2. Sistema proposto

O sistema proposto trata-se de substituir a leitura manual realizada através da planilha (Anexo A), o sistema manual é realizado anotando a leitura de kWh de medidor por medidor dos 227 medidores existentes instalados do modelo Mult-K 120 e mais 22 medidores do modelo da Schneider.

O sistema proposto é baseado primeiramente na interligação individual para testes e depois em malha conforme descrito no capítulo 4.3.1 através dos cabos conforme descrito no capítulo 4.3.2 de todos os 227 medidores modelo Mult-K 120, com isso, a leitura das informações poderão ser copiadas através do software RedeMB e coladas diretamente para a planilha do (Anexo B) e enviadas diretamente para administração do shopping realizar as cobranças conforme o sistema de rateio descrito no capítulo 2.2.2.2, para isso será apresentado a seguir o passo a passo, as análises e resultados obtidos até alcançar o objetivo geral.

5.3. Instalação do Medidor Mult-K 120

A instalação do medidor é baseada em etapas sequenciais para o correto funcionamento, essas etapas são desde a fixação até a parametrização, com isso é muito importante seguir cada passo para que não tenha problemas e divergências no funcionamento.

De acordo com o manual do Mult-K 120 (2018, ver.3.7, pág.10) deverão ser utilizados cabos com a mínima seção de 1mm² para todas as conexões elétricas.

Os cabos de alimentação das cargas deverão ser dimensionadas de acordo com a capacidade de condução de corrente nominal dos equipamentos e não devem exceder o diâmetro externo máximo de 13 mm conforme mencionado no capítulo Dimensões.

Para as conexões é recomendado pela Kron o uso de terminais tipo agulha para não danificar os bornes terminais de interligação, gerando assim segurança nas instalações.

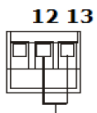
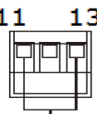
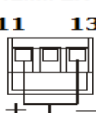
5.3.1. Fixação do Transdutor Mult-K no painel

A fixação do medidor no fundo do painel é feita por dois parafusos de 3mm conforme relatado no capítulo dimensões. O medidor opera em qualquer posição, para uma melhor operação recomenda-se a instalação de forma a ser possível ler e compreender as informações da IHM.

5.3.2. Alimentação Auxiliar

O medidor Mult-K 120 possui uma determinada tensão de alimentação conforme solicitado no ato da compra, está alimentação é identificada por meio da etiqueta afixada em sua superfície superior, o padrão utilizado no empreendimento é em 220 Volts em C.A. entre fase e neutro. Para a aplicação de 220 Volts em C.A. conforme o projeto deste trabalho as ligações deverão ser feitas somente entre os bornes 11 e 13 conforme ilustrado em destaque vermelho no Quadro 13, essa alimentação deverá ser realizada com atenção para não ter perigo de danificar o medidor, uma ligação incorreta pode ocasionar danos e a perda do medidor.

Quadro 13 - Alimentação do Medidor

Alimentação 120/220 Vc.a.	Alimentação Universal 85-265 Vc.a./100-375 Vc.c.	Alimentação c.c. (12/24/48 Vc.c.)
<p>ALIM. EXT.</p>  <p>12 13</p> <p>120 Vc.a.</p>	<p>ALIM. EXT.</p>  <p>11 13</p> <p>85 - 265 Vc.a OU 100 - 375 Vc.c. (sem polaridade)</p>	<p>ALIM. EXT.</p>  <p>11 13</p> <p>12 / 24 / 48 Vc.c. (com polaridade)</p>

Fonte 23 - Ficha técnica K0003 - Medidor Mult-K 120, Rev.6.3 (2018)

Após realizada a alimentação do medidor, a iluminação do display ativa e inicia no modo energia ativa positiva (EA+).

Antes da interligação da corrente e da tensão é necessário que o esquema elétrico seja definido conforme capítulo esquemas de ligações 4.2.2.4.

5.3.3. Sinal de Tensão

O fabricante recomenda a utilização de proteção por disjuntor entre o medidor e a carga para proteção e manutenção. As fases de tensão deverão estar sequenciadas (R, S, T) para que a leitura não apresente erros.

5.3.4. Sinal de Corrente

O medidor possui TC's internos para medição direta de até 120A, dispensando o uso de TC's externos. O fluxo da corrente elétrica padrão é entrando por cima e saindo por baixo conforme desenho das setas indicadas no próprio medidor, o sentido parametrizado poderá ser visualizado no display do medidor e poderá ser alterado através do software.

O padrão de instalação dos medidores deste projeto utiliza o fluxo de corrente de forma invertida do padrão de fábrica, a Figura 11 ilustra essa particularidade.

Figura 11 - Medidor instalado com o fluxo de corrente invertido



Fonte 24 - Próprio autor (2019)

5.3.5. Parametrização

As configurações para a parametrização do medidor somente são possíveis via saída serial RS-485. Portanto, será necessário a utilização de um conversor RS-485 para USB e o software RedeMB.

Neste processo o Mult-K 120 deverá estar energizado, ou seja, com a alimentação auxiliar em nível de tensão adequada.

O medidor Mult-K 120 na versão de fábrica utiliza-se o protocolo MODBUS-RTU e parâmetros conforme o Quadro 14.

Quadro 14 - Parâmetros de fábrica do medidor Mult-k 120

Parâmetro	Configuração de fábrica
TP	1
TC	1
TL	0
TI	15
BAUD	9600 bps
BITS	8N2
ENDEREÇO	254

Fonte 25- Manual do Usuário - Medidor de Energia Mult-K 120, Rev. 4.3 (2010)

Caso o modelo dispore de display LCD, serão possíveis a visualização dos parâmetros configuráveis do equipamento. Para tal, a tecla MODO deverá ser pressionada até que a função “CONFERIR PARAMET” seja apresentado.

5.3.6. Checagem das leituras

Após instalado, parametrizado e energizado, o fabricante recomenda verificar a coerência das medições que estão sendo medidas. Para isso é recomendado que

execute checagens das leituras de tensão, corrente, potências e fator de potência, caso necessário, consultar capítulo Interface Homem-Máquina, de forma a saber como realizar as leituras de parâmetros medidos pelo Transdutor Mult-K 120.

5.4. Software RedeMB

A Kron disponibiliza gratuitamente o software RedeMB, ferramenta para leitura e comunicação com os medidores. Aplicável nos sistemas operacionais Windows XP,7,8 e 10, pode ser obtido por meio do site www.kronweb.com.br ou pelo e-mail suporte@kron.com.br.

De acordo com o manual RedeMb (2018, pág.33) o software é uma ferramenta que permite comunicar e monitorar em tempo real 247 medidores de energia em uma rede RS-485 através do protocolo Modbus. O software possui um menu com várias funções para auxiliar no gerenciamento da rede de medidores. Possibilita que a leitura de um medidor seja gravada ou adicionada a um arquivo, o conteúdo deste arquivo é idêntico ao conteúdo da tela de medição, assim consumidores poderão evidenciar leituras periódicos para análise, as demais funções e características serão abordadas nos próximos capítulos.

5.4.1. Testes e configuração do medidor através do software

Após todo estudo dos medidores, do software RedeMB e demais características para a automatização dos medidores, esse capítulo demonstra todo o processo e o passo a passo para alcançar cada um dos objetivos específicos e posteriormente alcançar o objetivo geral.

A primeira etapa consiste na comunicação isolada de um medidor para testes de funcionamento, para isso foi utilizado um notebook da marca Samsung, Windows 10, intel core™ i3-6006U CPU @ 2.00GHz 1.99GHz, memória RAM instalada de 4,00GB e sistema Operacional de 64 bits.

O software RedeMB é disponibilizado através do CD junto quando adquirido um medidor novo ou gratuitamente através do site da fabricante Kron Instrumentos elétricos em downloads.

Antes de executar o software foi realizado a instalação, configuração e identificação da porta USB do conversor utilizado neste trabalho, no caso o conversor utilizado foi da marca Advantech conforme ilustrado na Figura 12.

Figura 12 - Conversor ADAM-4561



Fonte 26 - Próprio autor (2019)

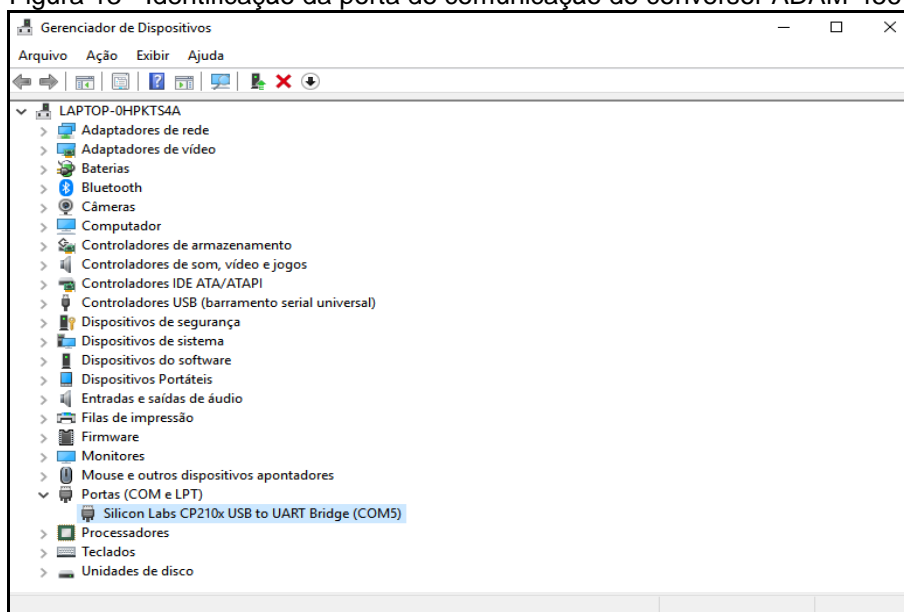
A primeira etapa para instalação do drive foi inserir o CD do ADAM-4561 na unidade de CD-ROM do notebook, identificado o arquivo na pasta e executado o arquivo "CP210x_VCP_Win_XP_S2K3_Vista_7.exe".

Após finalizo a instalação do arquivo e concluído o procedimento anterior, foi conectado o conversor ADAM-4561 em uma das portas USB e o driver instalado automaticamente.

O procedimento para identificar a porta em que o conversor está conectado ao computador foi realizado conforme o processo descrito e ilustrado na Figura 13.

- Painel de controle;
- Hardware e Sons;
- Gerenciador de dispositivos;
- Portas (COM e LPT);
- Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge (COM ##)

Figura 13 - Identificação da porta de comunicação do conversor ADAM-4561



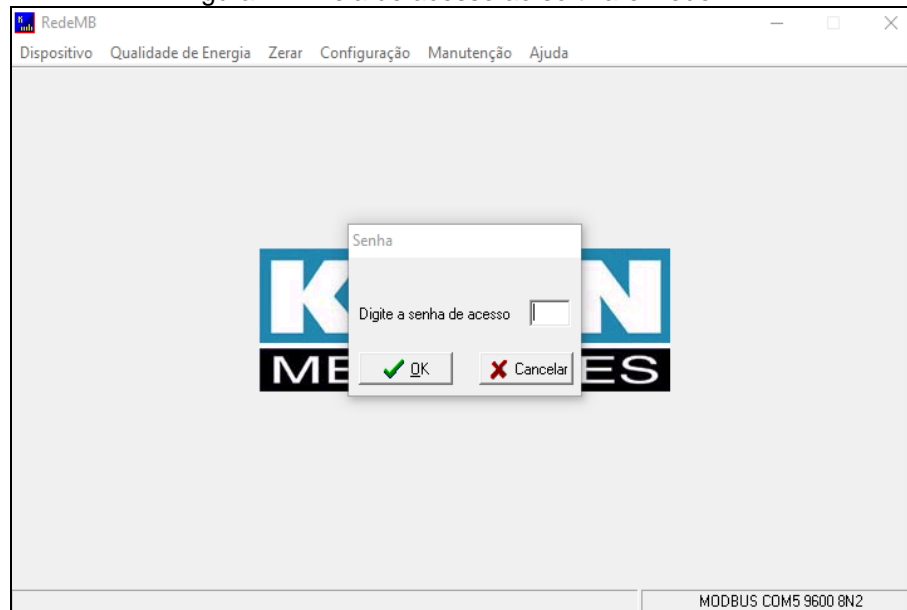
Fonte 27 - Próprio autor (2019)

Esse procedimento identificou que o conversor está conectado na porta de comunicação número 5 (COM5).

Após a identificação da porta de comunicação do conversor foi instalado e executado o software RedeMB. O acesso ao software é protegido por senha para a utilização conforme demonstra a Figura 14, a senha de acordo com a Kron é disponibilizada através do tipo de acesso do usuário, ou seja, para realizar o gerenciamento utiliza-se a senha de acesso completo, para usuários que queiram acompanhar parâmetros, realizar leituras e analisar dados utiliza-se acesso simplificado sem edição, a seguir são descritos os três tipos de acesso ao qual podem ser alterados conforme a necessidade do usuário administrador.

- KRON - Acesso a cadastro, alteração e leitura dos medidores;
- NORK - Acesso somente para realizar leituras;
- NORK0 - Acesso completo ao sistema.

Figura 14 - Tela de acesso ao software RedeMB



Fonte 28 - Próprio autor (2019)

Após inserir a senha e realizar o acesso ao software, foi realizada a configuração de comunicação entre o software e o medidor, item de atenção para estabelecer uma comunicação correta, conforme a Kron essa configuração deverá ser realizada conforme os parâmetros já existentes do medidor, para verificar esses parâmetros existentes no medidor foi realizado a verificação no display do medidor no modo de conferência de parâmetro (CONFERIR PARAMET) através da tecla MODO, ilustrado na Figura 15.

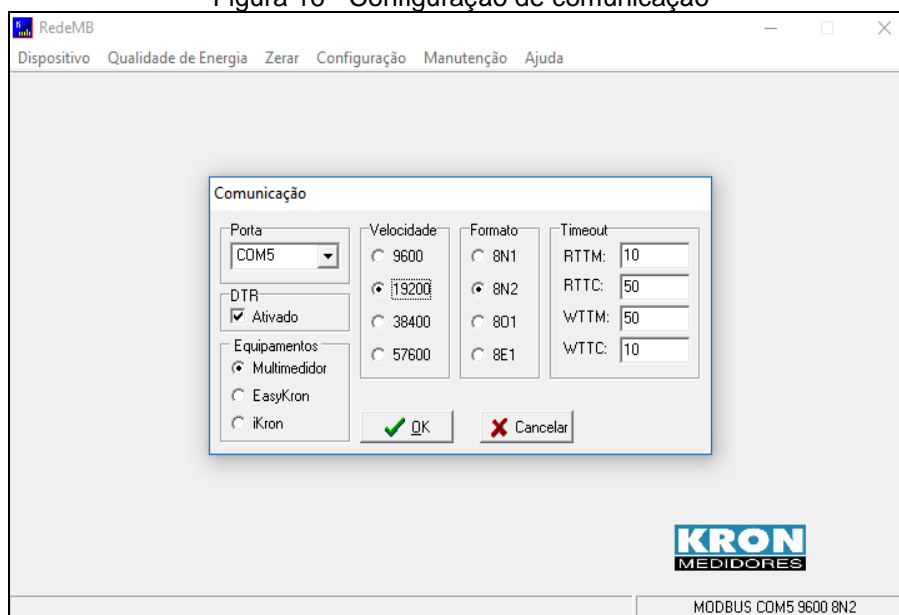
Figura 15 - Parâmetros configurados no medidor Mult-K 120



Fonte 29 - Próprio autor (2019)

Após verificado esses parâmetros no medidor, foi inserido os mesmos valores de comunicação no acesso ao software conforme a Figura 16. A configuração DTR, deverá estar marcado em casos de conversores que utilizam a alimentação através do cabo USB conforme descreve no manual do dispositivo, no caso deste trabalho o conversor utilizado possui esta característica e o campo DTR foi marcado.

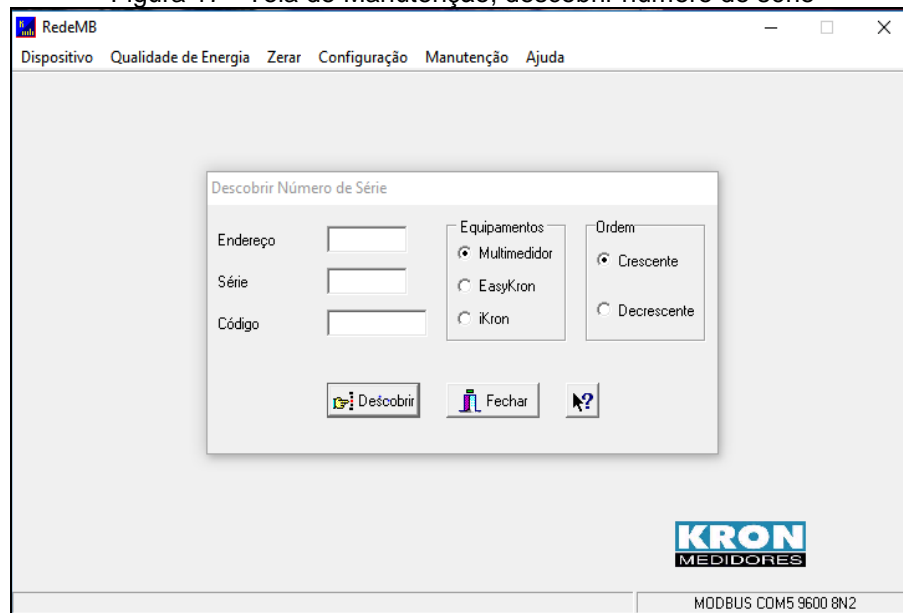
Figura 16 - Configuração de comunicação



Fonte 30 - Próprio autor (2019)

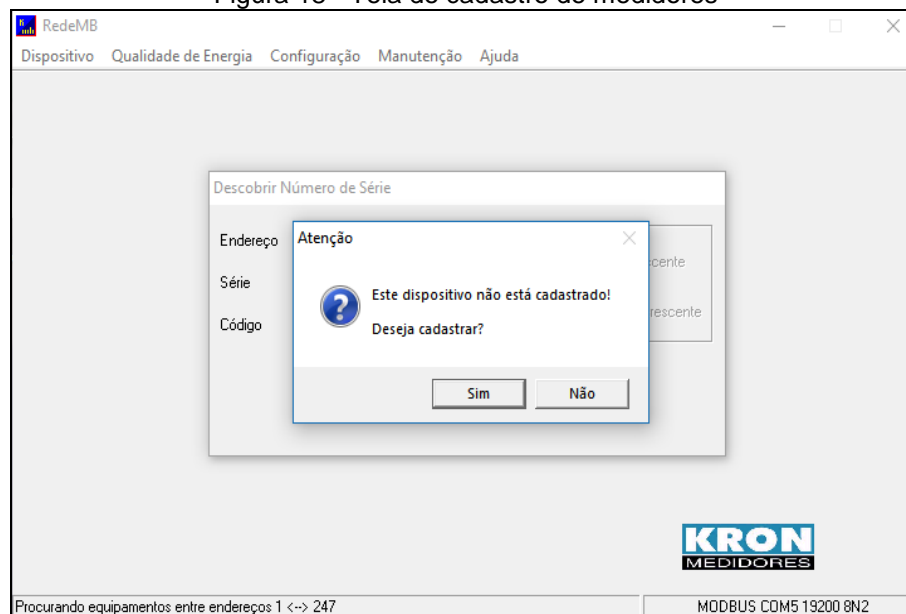
Após a comunicação foi realizado o cadastro no sistema, de modo que o medidor fique gravado sem precisar realizar um novo cadastro e também para que seja possível alterar suas informações, a Figura 17 e a Figura 18 ilustram as telas utilizadas para descobrir a série e o endereço para posteriormente realizar o cadastro.

Figura 17 - Tela de Manutenção, descobrir número de série



Fonte 31 - Próprio autor (2019)

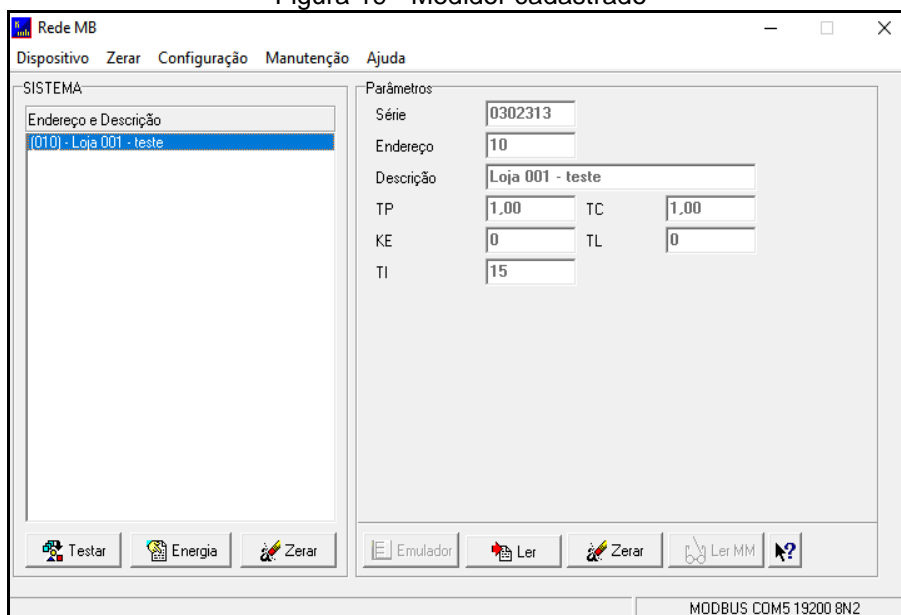
Figura 18 - Tela de cadastro de medidores



Fonte 32 - Próprio autor (2019)

Cada medidor cadastrado permanece gravado no software no campo sistema, conforme ilustra a Figura 19.

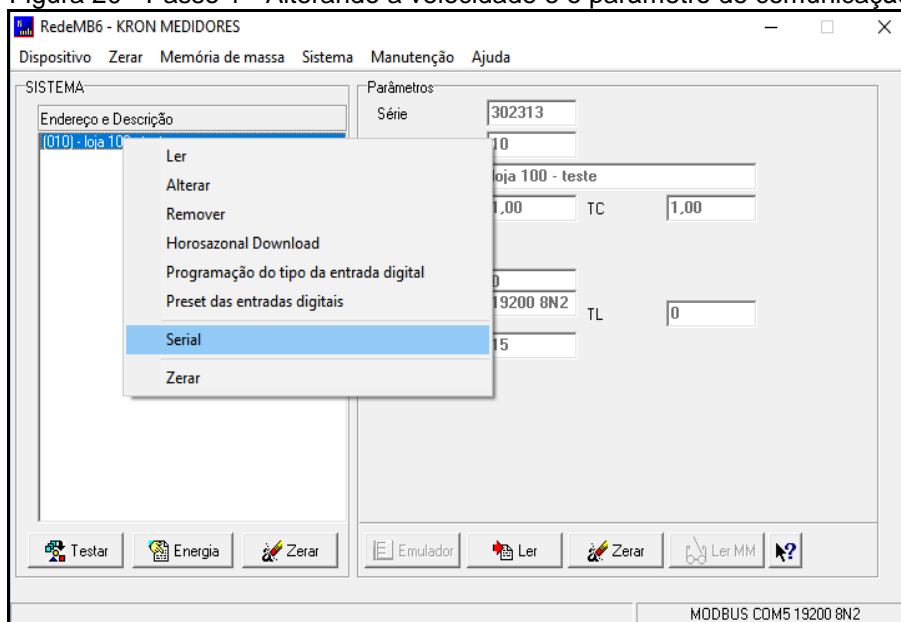
Figura 19 - Medidor cadastrado



Fonte 33 - Próprio autor (2019)

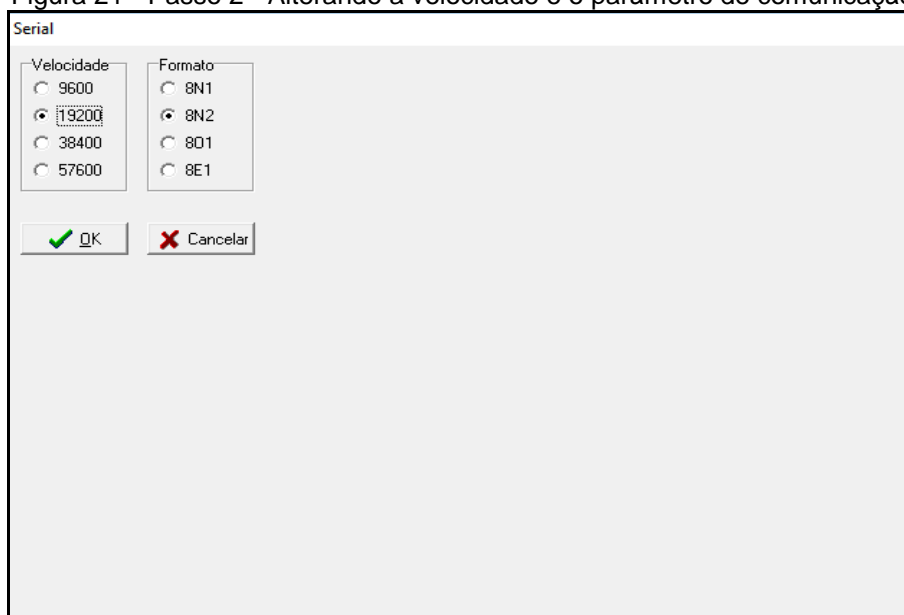
Para que estabeleça a comunicação em rede com vários medidores é necessário que todos os medidores estejam configurados com a mesma velocidade e formato de dados conforme descreve o manual, para modificar a velocidade foi realizado o procedimento no menu, dispositivo e posteriormente em serial, conforme ilustrado através da Figura 20, Figura 21 e Figura 22. O mesmo procedimento é possível clicando em cima do medidor desejado e posteriormente em serial.

Figura 20 - Passo 1 - Alterando a velocidade e o parâmetro de comunicação



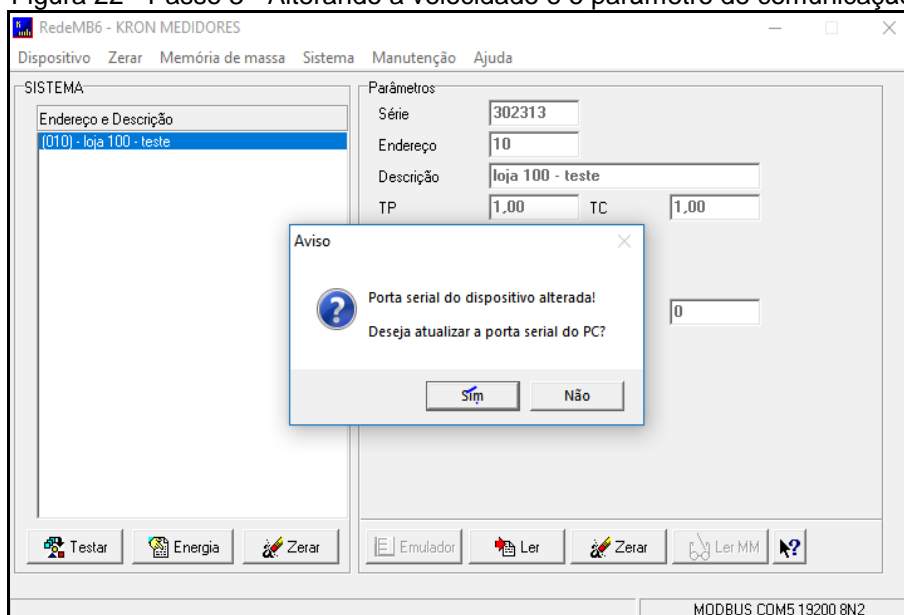
Fonte 34 - Próprio autor (2019)

Figura 21 - Passo 2 - Alterando a velocidade e o parâmetro de comunicação



Fonte 35 - Próprio autor (2019)

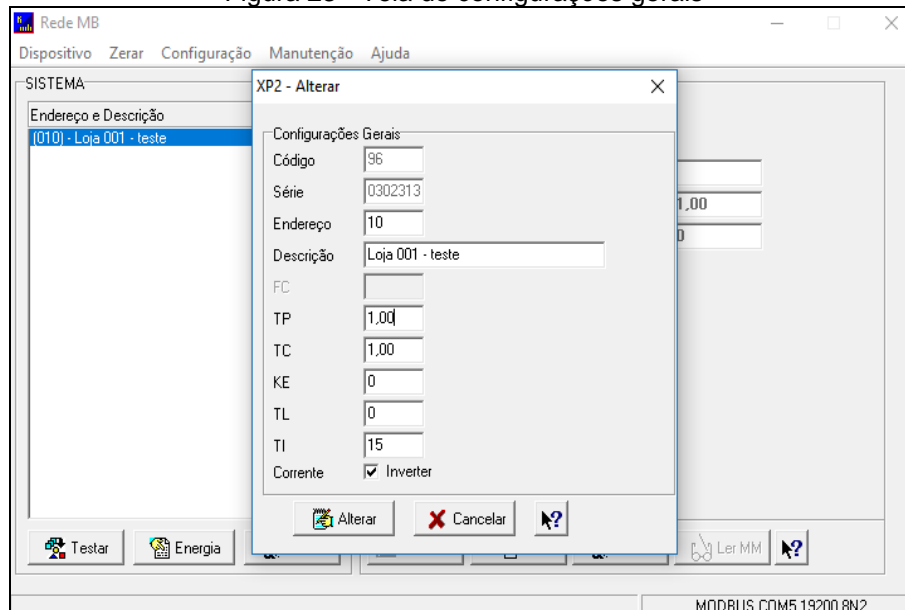
Figura 22 - Passo 3 - Alterando a velocidade e o parâmetro de comunicação



Fonte 36 - Próprio autor (2019)

Para realizar as alterações das configurações gerais do medidor, foi realizado o procedimento clicando sobre o medidor e selecionado a opção alterar conforme ilustrado na Figura 23. Após alterar os valores foi confirmado as alterações no botão Alterar.

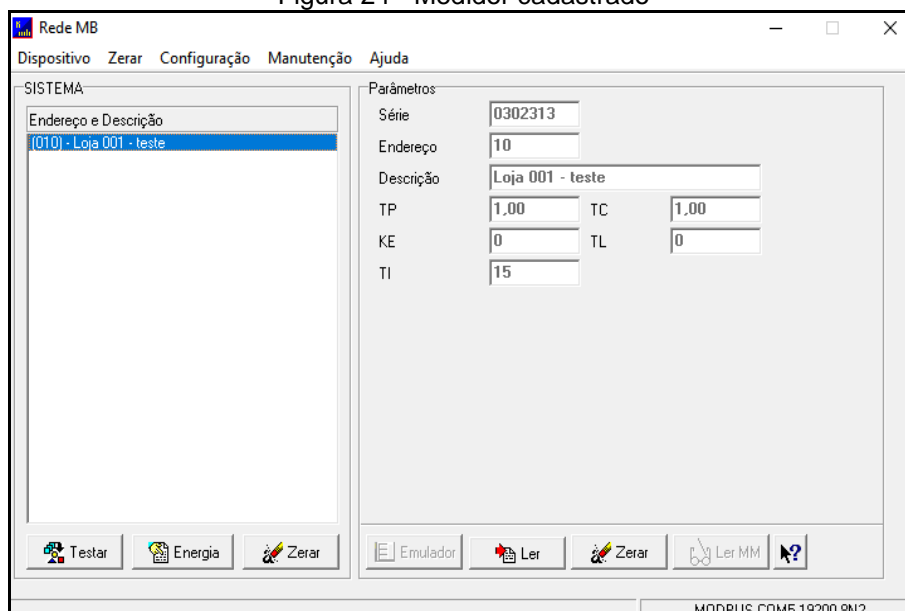
Figura 23 - Tela de configurações gerais



Fonte 37 - Próprio autor (2019)

Com o medidor configurado, foi realizado a conferência das leituras instantâneas. Para isso foi selecionado o medidor e posteriormente clicado na função LER, a Figura 24 ilustra este procedimento.

Figura 24 - Medidor cadastrado



Fonte 38 - Próprio autor (2019)

Para ligar a comunicação entre o medidor e o software foi necessário clicar na chave amarela liga/desliga na parte superior da tela do software conforme ilustrado na Figura 25.

Figura 25 - Tela de leitura das grandezas elétricas

XP2 120 - Ler

Série: 302313 | Endereço: 10 | Descrição: Loja 001 - teste | Código: 96 | Versão: 1.7 | Partidas: 797 Para Leitura

TP: 1.00 | TC: 1.00 | KE: 0 | TL: 0 | TI: 15

Seqüência Ponto Flutuante: F2 | F1 | F0 | EXP

Medição		Trifásico			L1	L2	L3
U	389,306 V	224,504 V	224,917 V	224,964 V			
I	0,000 mA	0,000 mA	0,000 mA	0,000 mA			
P	0,000 mW	0,000 mW	0,000 mW	0,000 mW			
Q	0,000 mVAr	0,000 mVAr	0,000 mVAr	0,000 mVAr			
S	0,000 mVA	0,000 mVA	0,000 mVA	0,000 mVA			
FP	0,000						
F	60,0 Hz						
U Máx	441,465 V	THD U: 2,20 %	2,00 %	2,00 %			
I Máx	30,808 A	THD I: 0,00 %	0,00 %	0,00 %			
TMP	°C	L12: 388,828 V	L23: 388,976 V	L31: 389,961 V			

Energia	
EA+	954,679 kWh
ER+	2498,652 kVArh
EA-	53134,941 kWh
ER-	22088,211 kVArh

Demanda	
DA	0,000 W
MDA	2,950 kW
DS	0,000 VA
MDS	7,520 kVA

STATUS: Funcionamento normal | MODBUS COM5 19200 8N2 | 21/05/19 | 20:01

Fonte 39 - Próprio autor (2019)

Na Figura 26 em campo E/S localizada na barra superior é possível analisar os parâmetros de entradas digital 1 e 2 e saídas digital 1 e 2 para implementação futuras de gestão de consumo de água e gás e também para comandos remotos.

Figura 26 - Entradas e saídas digitais

XP2 120 - Ler

Série: 302313 | Endereço: 10 | Descrição: Loja 001 - teste | Código: 96 | Versão: 1.7 | Partidas: 797 Para Leitura

TP: 1.00 | TC: 1.00

Seqüência Ponto Flutuante: F2 | F1 | F0 | EXP

Medição		Trifásico			L1	L2	L3
U	390,371 V						
I	0,000 mA						
P	0,000 mW						
Q	0,000 mVAr						
S	0,000 mVA						
FP	0,000						
F	60,0 Hz						
U Máx	441,465 V	THD U: 2,20 %	2,00 %	2,00 %			
I Máx	30,808 A	THD I: 0,00 %	0,00 %	0,00 %			
TMP	°C	L12: 389,896 V	L23: 389,970 V	L31: 390,913 V			

Energia	
EA+	954,679 kWh
ER+	2498,652 kVArh
EA-	53134,941 kWh
ER-	22088,211 kVArh

Demanda	
DA	0,000 W
MDA	2,950 kW
DS	0,000 VA
MDS	7,520 kVA

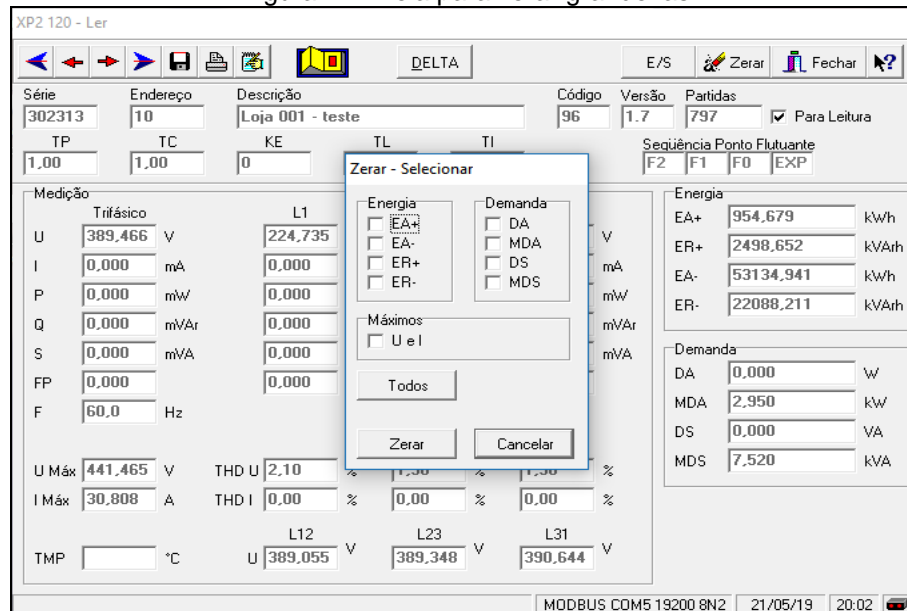
STATUS: Funcionamento normal | MODBUS COM5 19200 8N2 | 21/05/19 | 20:01

Fonte 40 - Próprio autor (2019)

Conforme a Figura 27, é possível reiniciar as grandezas individualmente de energia, demanda e os valores máximos de tensão e corrente registradas, para isso foi necessário ir na opção na barra superior "Zerar", após abrir a janela "Zerar - Selecionar" selecionar as grandezas ao qual deseja reiniciar e posteriormente clicar

em “Zerar” para finalizar o procedimento. É possível reiniciar todos os medidores instalados em rede na barra superior da tela principal em “Zerar”.

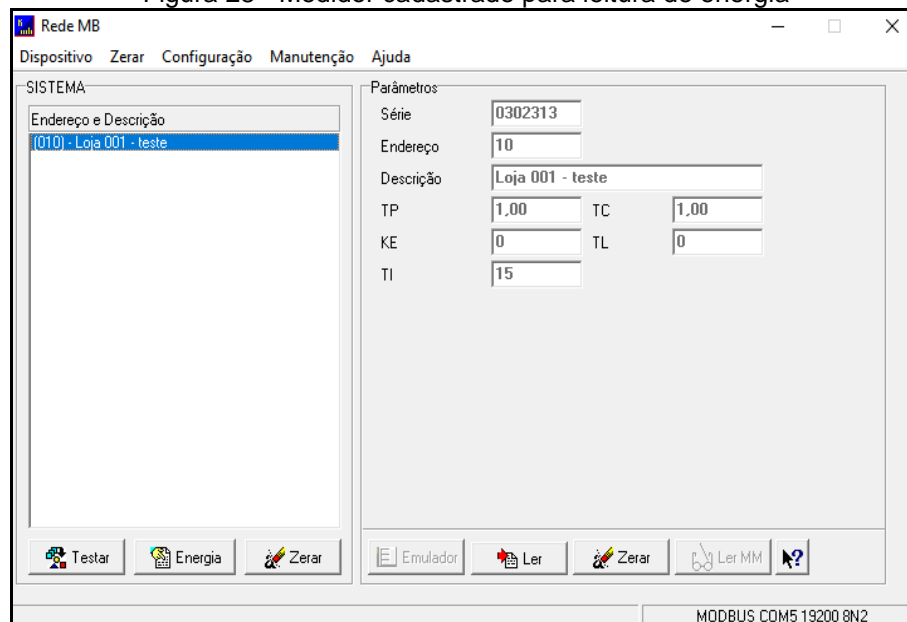
Figura 27 - Tela para zerar grandezas



Fonte 41 - Próprio autor (2019)

Para visualizar a leitura de kWh de vários medidores, foi necessário realizar o procedimento clicando na barra inferior em “Energia” conforme ilustrado na Figura 28 e Figura 29, portanto somente 24 medidores são exibidos por tela.

Figura 28 - Medidor cadastrado para leitura de energia



Fonte 42 - Próprio autor (2019)

Figura 29 - Tela de leitura de leitura de energia

Ler Energia		
10	Loja 001 - teste	EA+ 954,679 kWh EA- 53134,941 kWh ER+ 2498,652 kWh ER- 22088,211 kWh

Fonte 43 - Próprio autor (2019)

Para testes de funcionamento e comunicação entre o software e o medidor, foi realizado o procedimento clicando em “Testar” na barra inferior, automaticamente a tela “Comunicação - Teste” abrirá relacionando os medidores através do número de série. 100% indica que o medidor está OK ou comunicando e 0% indica que o medidor não está Ok ou não comunicando, a Figura 30 ilustra o teste de comunicação.

Figura 30 - Tela de teste de comunicação

SISTEMA		Parâmetros	
Endereço e Descrição	Série	0302313	
010 - Loja 001 - teste	0302313	96	OK

Série	Endereço	Código	Estado	Leituras	Erros	OK
302313	10	96	OK	157	0	100.0%

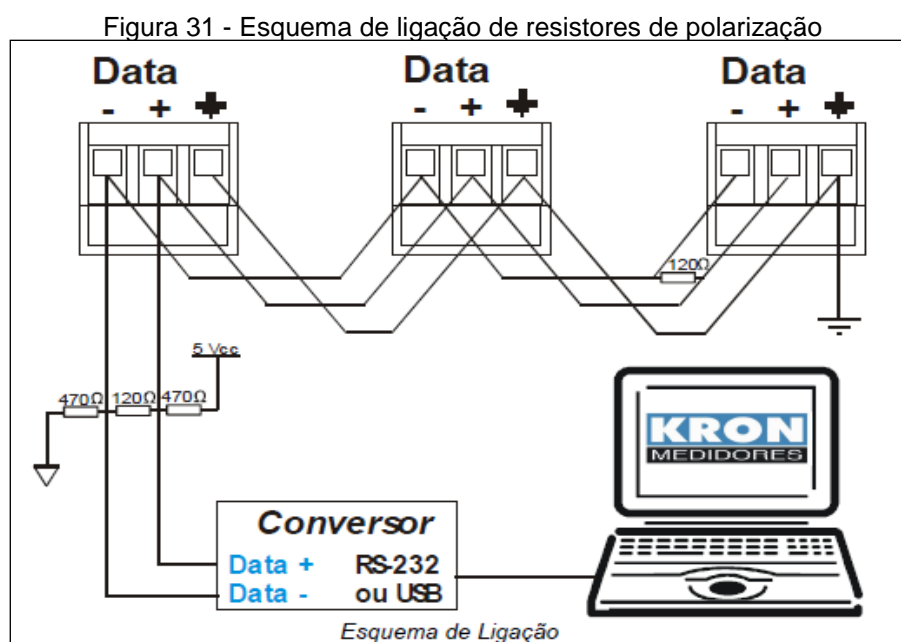
Fonte 44 - Próprio autor (2019)

5.5. Implantação da rede RS-485

O capítulo anterior demonstrou os testes realizados em apenas um medidor instalado isoladamente, neste capítulo será demonstrado o processo de implementação da rede RS-485 dos 227 medidores para realizar a comunicação em malha, a primeira etapa foi a definição da localização do dispositivo Mestre (computador) para receber as informações dos medidores, a localização definida foi em uma sala localizada no estacionamento G2 onde está localizado o quadro geral de automação, o local foi definido por já existir a infraestrutura de automação pronta para passagem dos cabos.

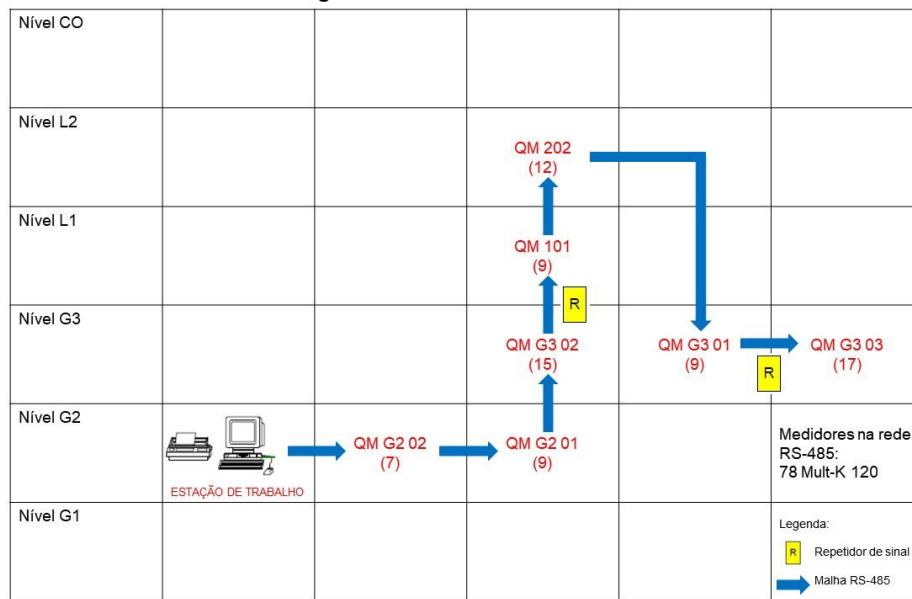
Para implantação da rede RS-485, a Kron recomenda alguns pontos como:

- Acima de 1 Km ou 32 medidores deve ser utilizado amplificadores de sinal;
- Utilização de cabos blindados de par trançado de 3x24 AWG com impedância característica de 120 Ohms;
- Conexão de uma das pontas da blindagem do cabo da rede RS-485 ao aterramento da instalação;
- Utilizar dois resistores de terminação de 120 Ohms em cada extremidade da rede RS-485;
- Conectar dois resistores de polarização de 470 Ohms utilizando fonte externa de 5 Volts em C.C. conforme ilustração da Figura 31.



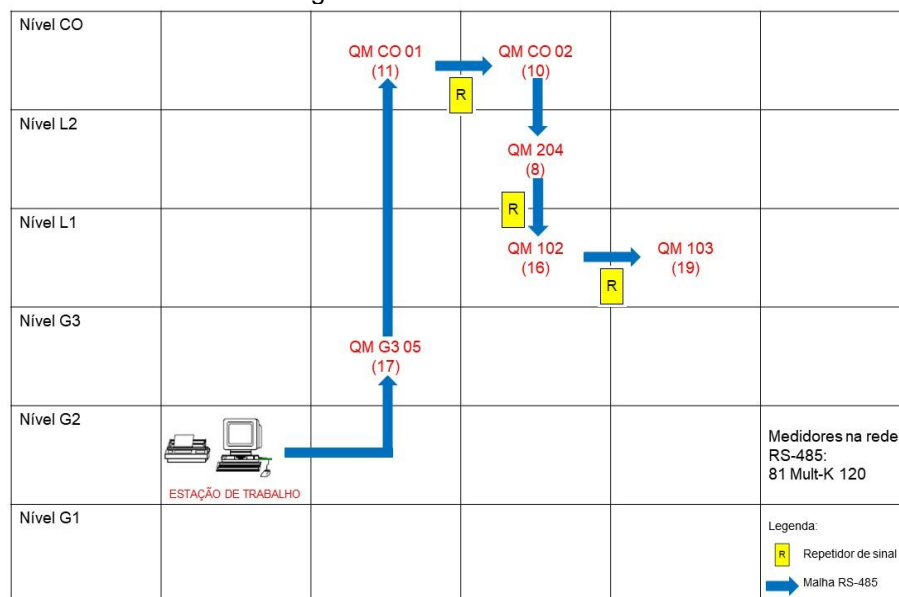
Fonte 45 - Kron Instrumentos Elétricos LTDA (2018)

Figura 33 - Malha 02 RS-485



Fonte 47 - Próprio autor (2019)

Figura 34 - Malha 03 RS-485



Fonte 48 - Próprio autor (2019)

6. ANÁLISE DE RESULTADOS

6.1. Dispositivos instalados no quadro de medição

Os quadros de medição de energia possuem uma infraestrutura de canaletas de acabamento que facilitaram a passagem dos cabos para a rede RS-485, a Figura 35 ilustra um quadro de medição com os dispositivos instalados.

Figura 35 - Medidores instalados no quadro de medição



Fonte 49 - Próprio autor (2019)

6.2. Análise de funcionalidades do software

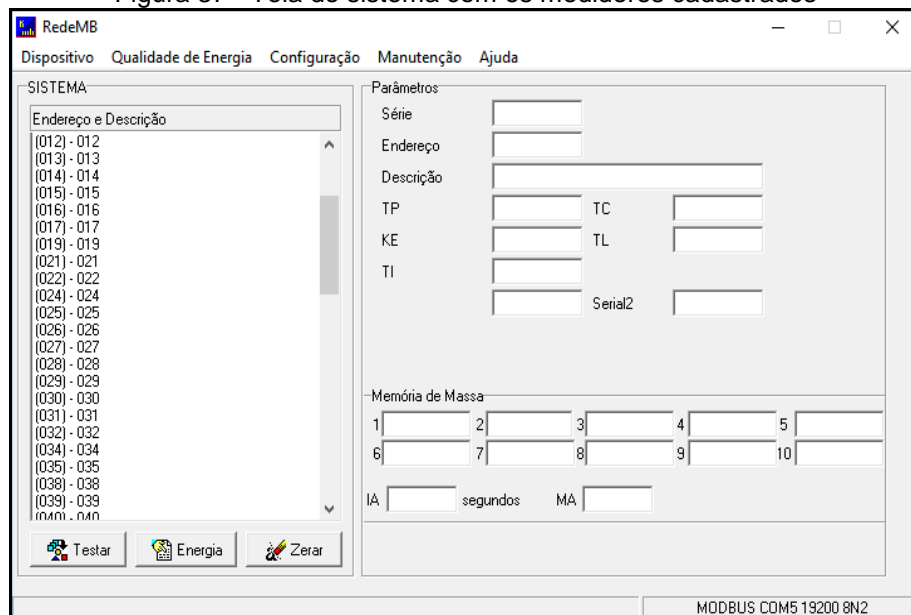
Após a implantação da rede RS-485 e a conexão em malha de cada quadro de medição com o software, foi realizado o cadastramento de cada medidor no sistema de modo que fiquem gravados sem a necessidade de realizar um novo cadastro. Cada um dos medidores foi registrado com um endereço único para que evite conflitos de comunicação conforme relata no manual. A descrição do medidor cadastrado foi preenchida com o mesmo número do endereço para posteriormente realizar as alterações para o respectivo número da loja, a Figura 36 e a Figura 37 ilustram os medidores em processo de cadastramento no sistema.

Figura 36 - Cadastramento dos medidores no Software RedeMB



Fonte 50 - Próprio autor (2019)

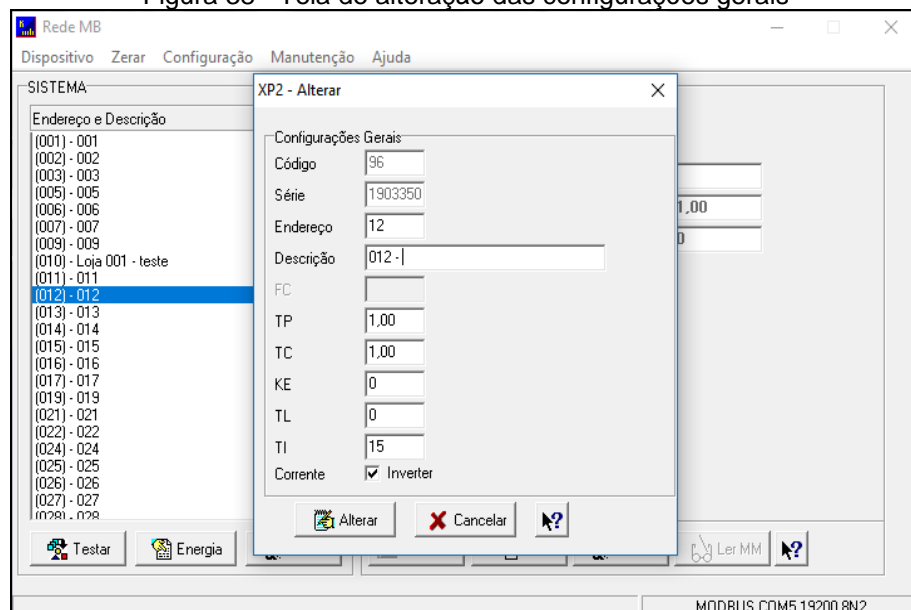
Figura 37 - Tela do sistema com os medidores cadastrados



Fonte 51 - Próprio autor (2019)

Após o cadastro de todos os medidores, foi necessário realizar uma análise e conferência de todos os parâmetros de medição de cada um dos medidores de modo que operem corretamente, nesta análise foi identificado medidores com o fluxo de corrente invertido gerando leituras de energia ativa negativa, o problema foi sanado realizando a inversão pelo software conforme ilustra a Figura 38.

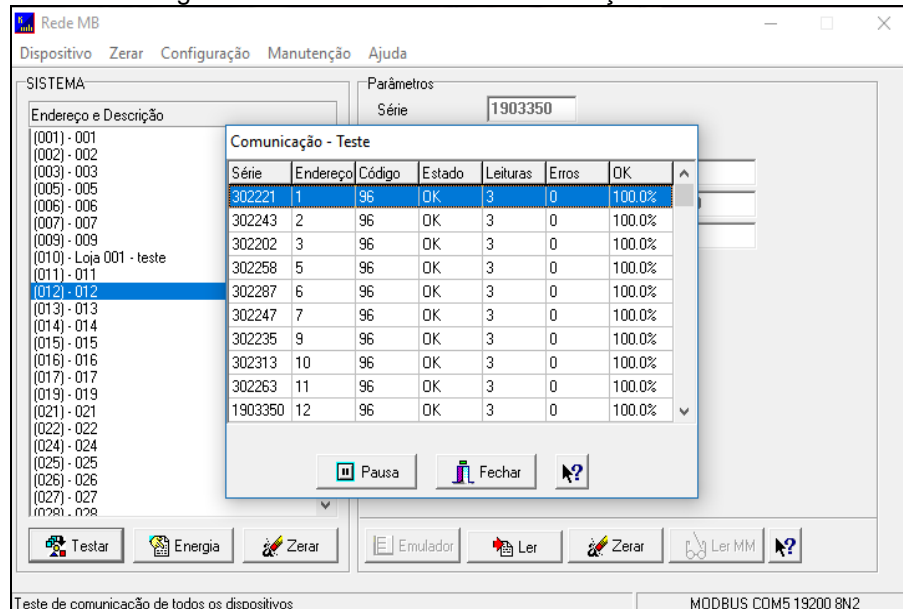
Figura 38 - Tela de alteração das configurações gerais



Fonte 52 - Próprio autor (2019)

Para a conferência dos medidores, foi realizado testes de comunicação em rede para identificar possíveis erros, os testes foram realizados conforme ilustra a Figura 39 e a comunicação com os medidores ficaram 100%.

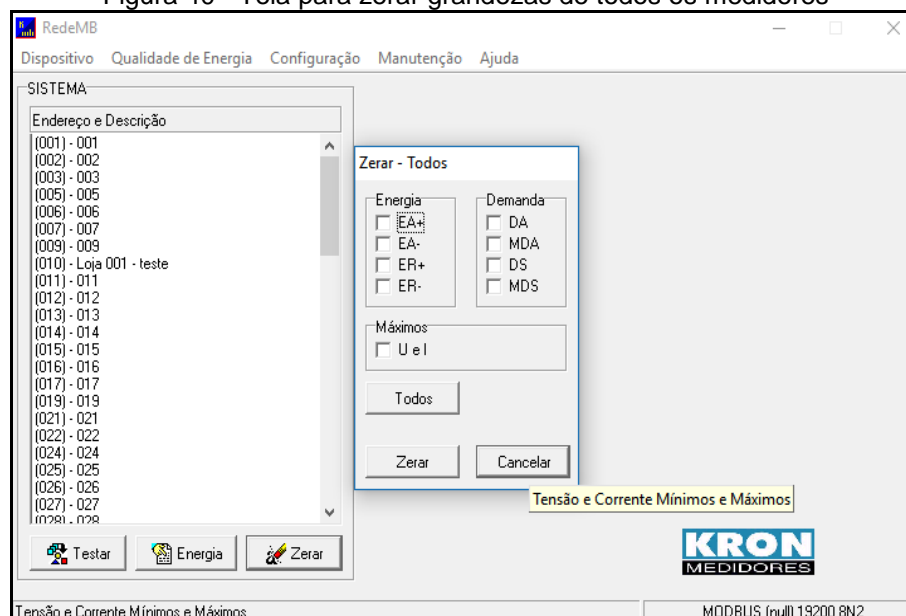
Figura 39 - Tela de teste de comunicação em malha



Fonte 53 - Próprio autor (2019)

Para reiniciar as grandezas de todos os medidores, o procedimento poderá ser realizado através da opção “zerar todos” conforme ilustrado na Figura 40, este recurso pode ser utilizado para todas as grandezas elétricas ou para uma única grandeza específica.

Figura 40 - Tela para zerar grandezas de todos os medidores



Fonte 54 - Próprio autor (2019)

6.3. Monitoramento das grandezas elétricas

Para realizar o monitoramento das grandezas elétricas, o software exibe em uma única tela as leituras e medições em tempo real por medidor, através dessa tela Figura 41 é possível analisar e monitorar questões que envolvem eficiência energética e otimização do consumo, a seguir exemplifica algumas destas análises:

- Balanceamento da corrente elétrica em cada uma das fases;
- Fator de potência;
- Demanda ativa;
- Demanda aparente;
- Distorções harmônicas;
- Consumos;
- Sobrecargas;

Figura 41 - Tela de leitura das grandezas elétricas

The screenshot shows the 'XP2 120 - Ler' software interface. At the top, there are navigation icons and a 'DELTA' button. Below that, fields for 'Série' (302276), 'Endereço' (17), 'Descrição' (017), 'Código' (96), 'Versão' (1.7), and 'Partidas' (892) are visible. A 'Para Leitura' checkbox is checked. The 'TP' field is set to 1.00, 'TC' to 1.00, 'KE' to 0, 'TL' to 0, and 'TI' to 15. The 'Sequência Ponto Flutuante' section has 'F2', 'F1', 'F0', and 'EXP' options. The main data area is divided into 'Medição' and 'Energia' sections. The 'Medição' section shows values for Trifásico, L1, L2, and L3 for parameters U, I, P, Q, S, FP, and F. The 'Energia' section shows values for EA+, ER+, EA-, and ER-. The 'Demanda' section shows values for DA, MDA, DS, and MDS. At the bottom, there are fields for 'U Máx', 'I Máx', 'THD U', 'THD I', 'L12', 'L23', 'L31', and 'TMP'. The status bar at the bottom indicates 'STATUS: Funcionamento normal', 'MODBUS COM5 19200 8N2', '21/05/19', and '20:47'.

Medição		L1			L2			L3		
U	389,173 V	225,480 V	224,061 V	224,570 V						
I	5,944 A	1,481 A	8,637 A	8,319 A						
P	2,650 kW	323,257 W	936,161 W	1,406 kW						
Q	3,005 kVAr	83,784 VAr	1,694 kVAr	1,231 kVAr						
S	4,006 kVA	318,754 VA	1,935 kVA	1,868 kVA						
FP	0,661	0,967	0,484	0,752						
F	59,9 Hz									
U Máx	439,372 V	THD U	2,90 %	2,70 %	2,50 %					
I Máx	28,308 A	THD I	26,30 %	8,50 %	7,80 %					
TMP	°C	L12	U 389,134 V	L23	388,394 V	L31	389,906 V			

Energia	
EA+	143138,203 kWh
ER+	131649,000 kVArh
EA-	0,031 Wh
ER-	1126,242 kVArh

Demanda	
DA	2,649 kW
MDA	4,888 kW
DS	3,995 kVA
MDS	6,397 kVA

Fonte 55 - Próprio autor (2019)

É possível imprimir uma folha contendo as leituras e os parâmetros. Para exemplificar, foi realizado a exportação através do símbolo de impressão localizada na barra superior, o relatório sai no formato pdf com todas as informações sobre o medidor, a Figura 42 exemplifica o relatório gerado, este documento para os lojistas e usuários é importantíssimo para o monitoramento e para estudos em eficiência energética.

Figura 42 - Relatório do medidor Mult-k 120

RELATORIO DO DISPOSITIVO						
Código.....	96					Data..: 22/05/19
Série.....	302221					Hora..: 22:29:53
Endereço...	1					Estado: (null)
Descrição..	001					
Versão.....	(null)					
PARÂMETROS DE CONFIGURAÇÃO						
TP...	1,00					
TC...	1,00					
KE...	0					
TL...	0					
TI...	15					
MEDIÇÕES INSTANTÂNEAS						
	Trifásico	L1		L2		L3
U....:	V	V		V		V
I....:	A	A		A		A
P....:	W	W		W		W
Q....:	VAr	VAr		VAr		VAr
S....:	VA	VA		VA		VA
FP....:						
F....:	Hz					
THD U:		%		%		%
THD I:		%		%		%
MÁXIMO TRIFÁSICO						
U MÁX:	V					
I MÁX:	A					
ENERGIA						
EA+..:	kWh					
EA-..:	kWh					
ER+..:	kVArh					
ER-..:	kVArh					
DEMANDA						
DA...:	kW					
MDA...:	kW					
DS...:	kVA					
MDS...:	kVA					

Fonte 56 - Próprio autor (2019)

6.4. Gerenciamento das grandezas elétricas

O sistema de gerenciamento e monitoramento remoto de energia elétrica, tema proposto deste trabalho, foi desenvolvido e trouxe resultados positivos, a Figura 43 demonstra um dos resultados alcançados, esta tela exibe a leitura das grandezas de potência ativa positiva e negativa e a potência reativa positiva e negativa, com esta tela é possível realizar o rateio de energia online sem qualquer tipo de deslocamento aos quadros elétricos de medição.

Figura 43 - Tela de leitura de energia em malha

Ler Energia		
66 066 EA+ 109108,961 kWh EA- 0,000 kWh ER+ 57631,293 kVArh ER- 108,211 kVArh	67 067 EA+ 90513,516 kWh EA- 0,000 kWh ER+ 22279,631 kVArh ER- 3288,729 kVArh	69 069 EA+ 8994,356 kWh EA- 88673,828 kWh ER+ 8842,702 kVArh ER- 28720,963 kVArh
70 070 EA+ 143202,141 kWh EA- 0,000 kWh ER+ 20389,895 kVArh ER- 778,498 kVArh	73 073 EA+ 38012,223 kWh EA- 158588,281 kWh ER+ 32739,523 kVArh ER- 50759,043 kVArh	77 077 EA+ 79667,039 kWh EA- 368060,531 kWh ER+ 41754,203 kVArh ER- 143258,188 kVArh
78 078 EA+ 226470,766 kWh EA- 0,000 kWh ER+ 110381,352 kVArh ER- 852,075 kVArh	79 079 EA+ 448638,313 kWh EA- 0,000 kWh ER+ 237871,281 kVArh ER- 410,505 kVArh	80 080 EA+ 82332,938 kWh EA- 0,000 kWh ER+ 27435,936 kVArh ER- 3846,280 kVArh
82 082 EA+ 106903,891 kWh EA- 0,000 kWh ER+ 24292,936 kVArh ER- 7499,584 kVArh	84 084 EA+ 99778,773 kWh EA- 0,000 kWh ER+ 15470,128 kVArh ER- 5495,045 kVArh	85 085 EA+ 153754,813 kWh EA- 0,000 kWh ER+ 90537,313 kVArh ER- 9,831 kVArh
86 086 EA+ 179954,453 kWh EA- 0,000 kWh ER+ 92148,273 kVArh ER- 979,422 kVArh	89 089 EA+ 92136,289 kWh EA- 0,000 kWh ER+ 20554,602 kVArh ER- 5797,813 kVArh	93 093 EA+ 150073,078 kWh EA- 0,096 kWh ER+ 87593,805 kVArh ER- 1083,649 kVArh
95 095 EA+ 78452,602 kWh EA- 0,000 kWh ER+ 37298,078 kVArh ER- 1352,710 kVArh	97 097 EA+ 211328,531 kWh EA- 0,000 kWh ER+ 173504,344 kVArh ER- 1922,186 kVArh	98 098 EA+ 182489,125 kWh EA- 0,000 kWh ER+ 61515,793 kVArh ER- 3294,909 kVArh
99 099 EA+ 140994,813 kWh EA- 0,000 kWh ER+ 34062,219 kVArh ER- 2775,492 kVArh	100 100 EA+ 151404,906 kWh EA- 0,000 kWh ER+ 72832,305 kVArh ER- 1160,127 kVArh	101 101 EA+ 200953,500 kWh EA- 0,000 kWh ER+ 79363,195 kVArh ER- 2478,791 kVArh
102 102 EA+ 494015,875 kWh EA- 0,197 kWh ER+ 136869,781 kVArh ER- 11590,010 kVArh	105 105 EA+ 304395,938 kWh EA- 0,000 kWh ER+ 80834,750 kVArh ER- 299,922 kVArh	106 106 EA+ 192761,828 kWh EA- 423,272 kWh ER+ 143686,750 kVArh ER- 5185,842 kVArh

Fonte 57 - Próprio autor (2019)

6.5. Custos e Economias Gerados

Os custos para a implementação deste trabalho foram gerados mais especificadamente para a implantação da rede RS-485, os medidores instalados já são de característica do empreendimento e não geraram custos. Além dos cabos e o repetidor de sinal, o conversor ADAM-4561 foi adquirido para realizar a conversão de RS-485 para USB, a seguir estão relacionados os custos gerados:

- R\$ 6084,40 em 1.855 metros de cabo 3x0,75 mm² de instrumentação com blindagem (R\$ 3,28 o metro);
- R\$ 91,00 em 07 fontes de 5 Volts em CC de 1A (R\$ 13,00 a unidade);
- R\$ 570,00 em 01 Conversor Advantech, modelo ADAM-4561;

A economia gerada com esta automatização, foi a redução do tempo de leitura de 21 horas para 5 horas, o custo de uma hora trabalhada de um eletricista são R\$ 27,95, com isso a economia gerada por mês do eletricista foi de 16 horas, o que equivale a R\$ 447,20, levando em consideração somente os custos de mão de obra e valor investido, tem-se um *payback* de aproximadamente 15 meses, outra economia foi a disponibilidade de 16 horas do eletricista para outras atividades.

CONCLUSÃO

O sistema de monitoramento e gerenciamento de energia elétrica é um item de grande importância para aplicação em empresas que promovem a busca de programas em eficiência energética. As redes inteligentes são compostas por medidores eletrônicos muito mais modernos que os convencionais, com o uso desses medidores e um sistema de transmissão de dados em tempo real, é possível gerar grandes vantagens e muitos benefícios para aplicação de redução de energia, com este cenário os consumidores terão um portal para obtenção de dados necessários para estudos na otimização de energia elétrica e também para escolhas alternativas para redução de consumo, garantindo a performance dos equipamentos instalados.

Além dos benefícios em eficiência energética, os medidores trazem visão empreendedora, pois possuem informações valiosas para estudos na área da qualidade da energia elétrica. A inserção das redes inteligentes abre espaço para novos negócios, o consumidor ganha destaque neste novo modelo, temos hoje um consumidor mais ativo, que deixa de ser só consumidor e ganha função de um público estratégico, uma grande mudança, um respeito ao consumidor.

O consumidor está mais participativo, consome e interage, começa a ter escolhas e pode gerar mudanças no setor e novas oportunidades. Esse novo consumidor busca confiabilidade, redução de custo e soluções específicas e moduladas para suas demandas. O modelo para o futuro é o integrador, onde se foca tanto o lado da oferta quanto para o cliente, para isso é preciso criar uma plataforma integrada de soluções.

O acesso às novas tecnologias empodera o consumidor e provoca um rompimento no setor. Hoje temos fortemente uma opção de o consumidor virar também um produtor de energia. Esse mesmo consumidor toma mais decisões e deverá em breve ser chamado de cliente, fazendo com que o modelo de mudança do setor elétrico se torne uma realidade.

TRABALHOS FUTUROS

Devido as características do medidor Mult-K 120 por existir duas entradas digitais, pode-se realizar a implementação de medição de água via pulsos digitais, com essa característica, a medição de água poderá ser mais um instrumento para otimização, contendo dois processos, tanto de energia como de água em um único dispositivo e software.

Além da medição de água é possível inserir uma outra grandeza para medição remota, com isso, futuramente será realizado outro estudo para integração de gás, porém é necessário verificar se existem medidores de gás no mercado que fornece a medição através de pulsos digitais.

Outra característica do medidor Mult-K 120 são duas saídas digitais a relé, ao qual poderão ser implementados comandos remotos via software RedeMB, para isso será necessário realizar pesquisas para aplicações, uma característica que será estudada é o comando remoto para desligar e ligar as lojas através de contadoras, porém é necessário realizar testes para analisar o funcionamento do comando.

REFERÊNCIAS

ANEEL. **Bem-vindo a ANEEL.** Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/a-aneel>> Acesso em: 14 jun. 2019.

BRMALLS. **Independência Shopping.** Disponível em: <<https://brmalls.com.br/nossos-shoppings/independencia-shopping>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

CUNHA, Leonardo Almeida. **Instrumentação para um procedimento de medição de potência de cargas elétricas em automação predial.** 2016. 47 p.

EASE, By Grupo. **Conheça os novos critérios para lojas-âncoras nos Shoppings.** Disponível em: <<https://blog.grupoease.com.br/conheca-os-novos-criterios-que-tornam-uma-loja-ancora-nos-shoppings/>> Acesso em: 14 jun. 2019.

FREITAS, Carlos Márcio. **Protocolo Modbus: Fundamentos e Aplicações.** Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/protocolo-modbus/>> Acesso em: 14 jun. 2019.

FREITAS, Carlos Márcio. **Redes de comunicação em RS-485.** Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/redes-de-comunicacao-em-rs-485/>> Acesso em: 14 jun. 2019.

GE do Brasil. **Você sabe o que é Smart Grid? Tire suas dúvidas no GE Reports Brasil!** Disponível em: <<https://gereportsbrasil.com.br/voc%C3%AA-sabe-o-que-%C3%A9-smart-grid-tire-suas-d%C3%BAvidas-no-ge-reports-brasil-191fc22998c4>> Acesso em: 14 jun. 2019.

HAYASHI, Ricardo. **Automação por meio de medidores inteligentes de energia elétrica permite adequação das distribuidoras à Tarifa Branca.** Vigência da tarifa branca trouxe de volta discussão que estava “abandonada” pela falta de urgência em se ter uma solução: qual é a forma mais adequada e eficiente de promover a medição do consumo de energia? Abr. 2018. Disponível em: <<https://brasilenergia.editorabrasilenergia.com.br/artigo-automacao-por-meio-de-medidores-inteligentes-de-energia-eletrica-permite-adequacao-das-distribuidoras-a-tarifa-branca/>>. Acesso em: 9 dez. 2018.

JÚNIOR, Cesário et al. **Um medidor de energia elétrica integrado em redes de comunicações.** 2014.

KRON INSTRUMENTOS ELÉTRICOS LTDA. **Manual do usuário Mult-K 05 e Mult-K 120.** Revisão 4.7. julho 2018. 47 p.

KRON INSTRUMENTOS ELÉTRICOS LTDA. **FAQ - Mult-K 120.** Revisão 1.2. fevereiro 2011. 5 p.

KRON INSTRUMENTOS ELÉTRICOS LTDA. **Interface RS-485.** Medidores KRON. Revisão 4. 16 p.

KRON INSTRUMENTOS ELÉTRICOS LTDA. **RedeMB5 manual** Ver.2, 17 p.

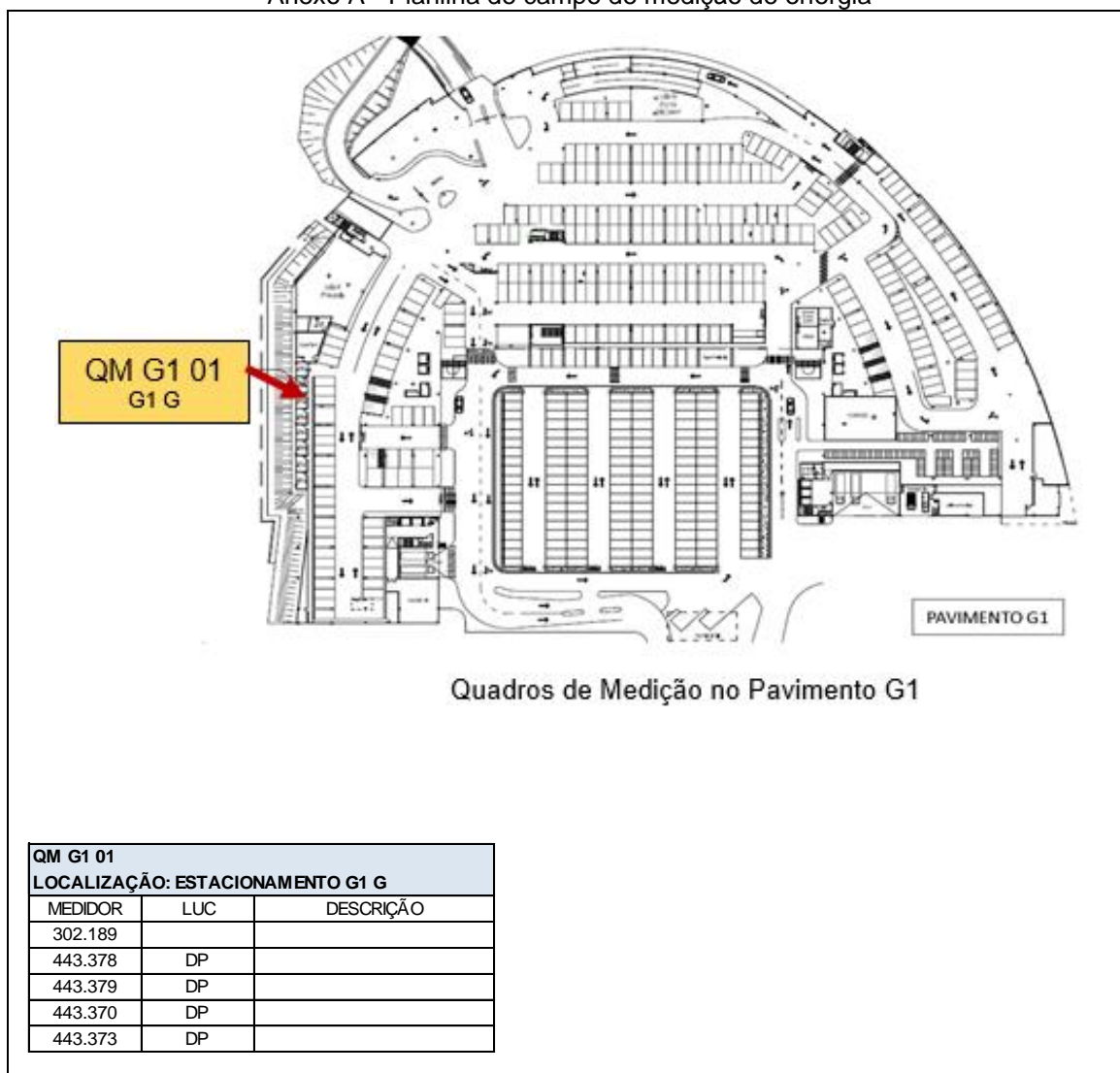
LAPA, César, SAIDEL, Marco Antônio e DI SANTO, Katia Gregio. **Importância da medição de energia para a eficiência energética.** Disponível em: <http://www.cck.com.br/artigos/palestras/importancia_medicao.pdf> Acesso em: 14 jun. 2019.

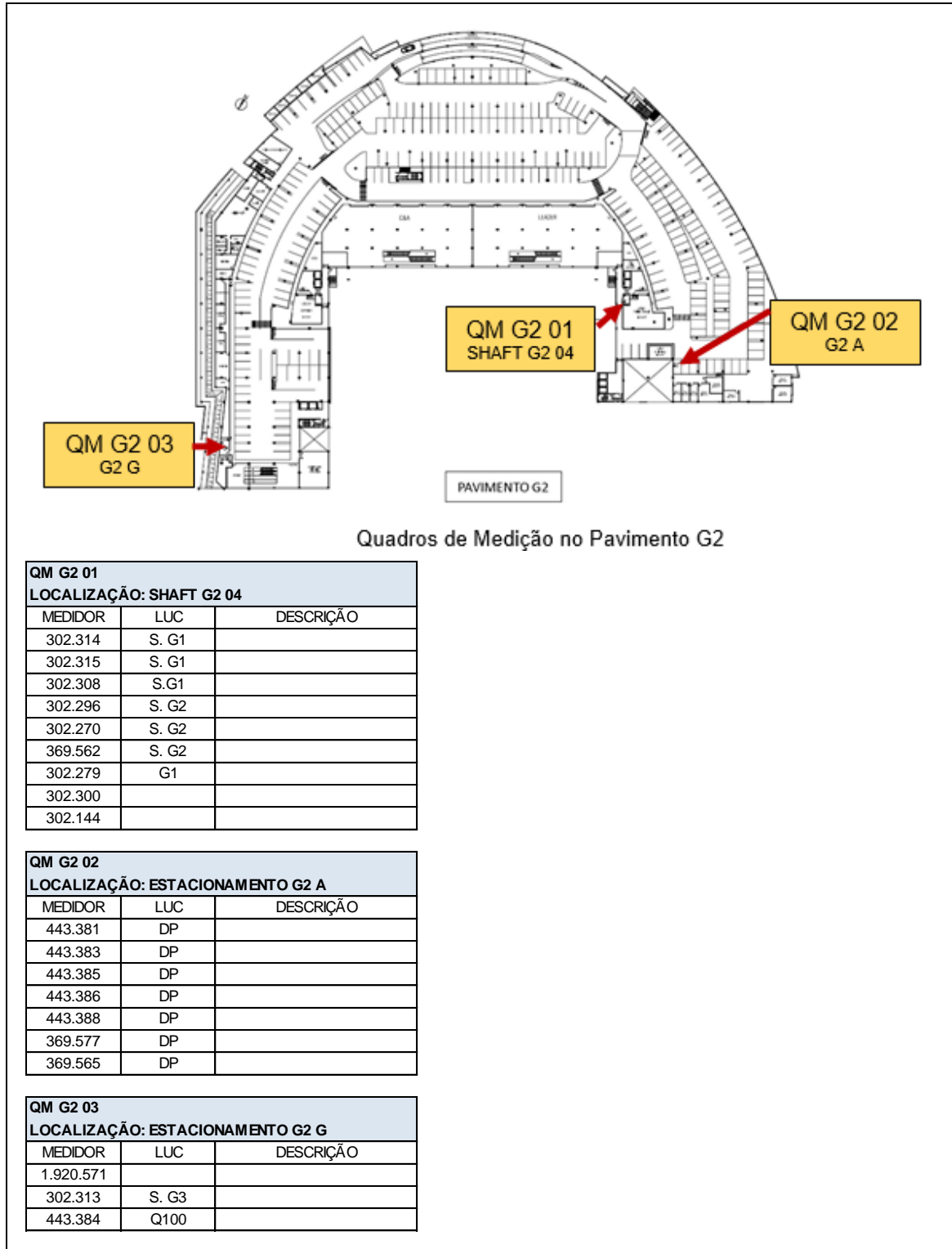
MONTEIRO, Diogo Marques. **Projeto Básico para instalação de medidores inteligentes no Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

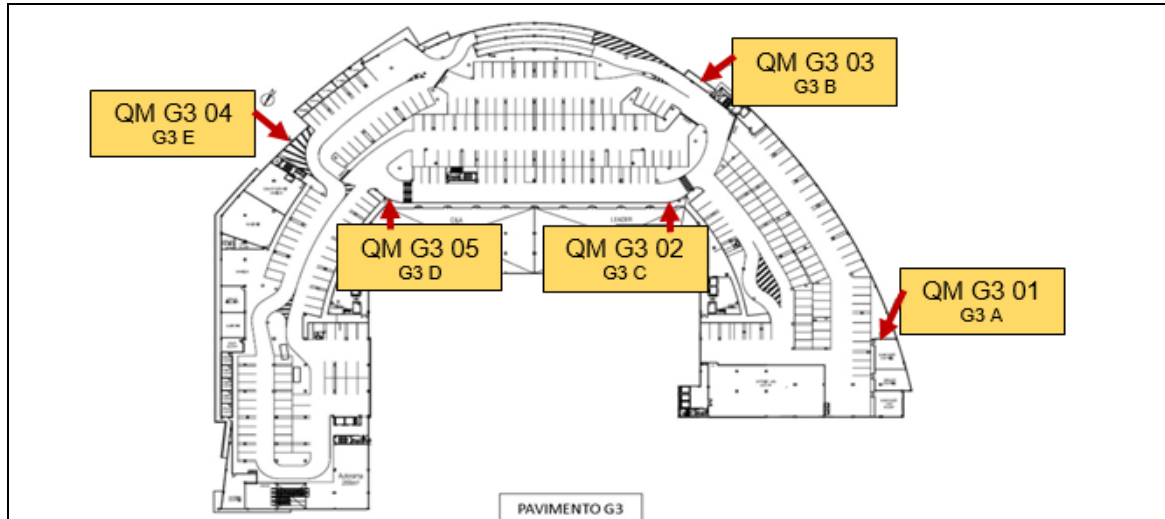
ROCHA, Juliene Robert da. **Estudo e desenvolvimento de sistema automatizado integrado de gestão de energia elétrica-SAIGE.** 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ANEXOS

Anexo A - Planilha de campo de medição de energia







Quadros de Medição no Pavimento G3

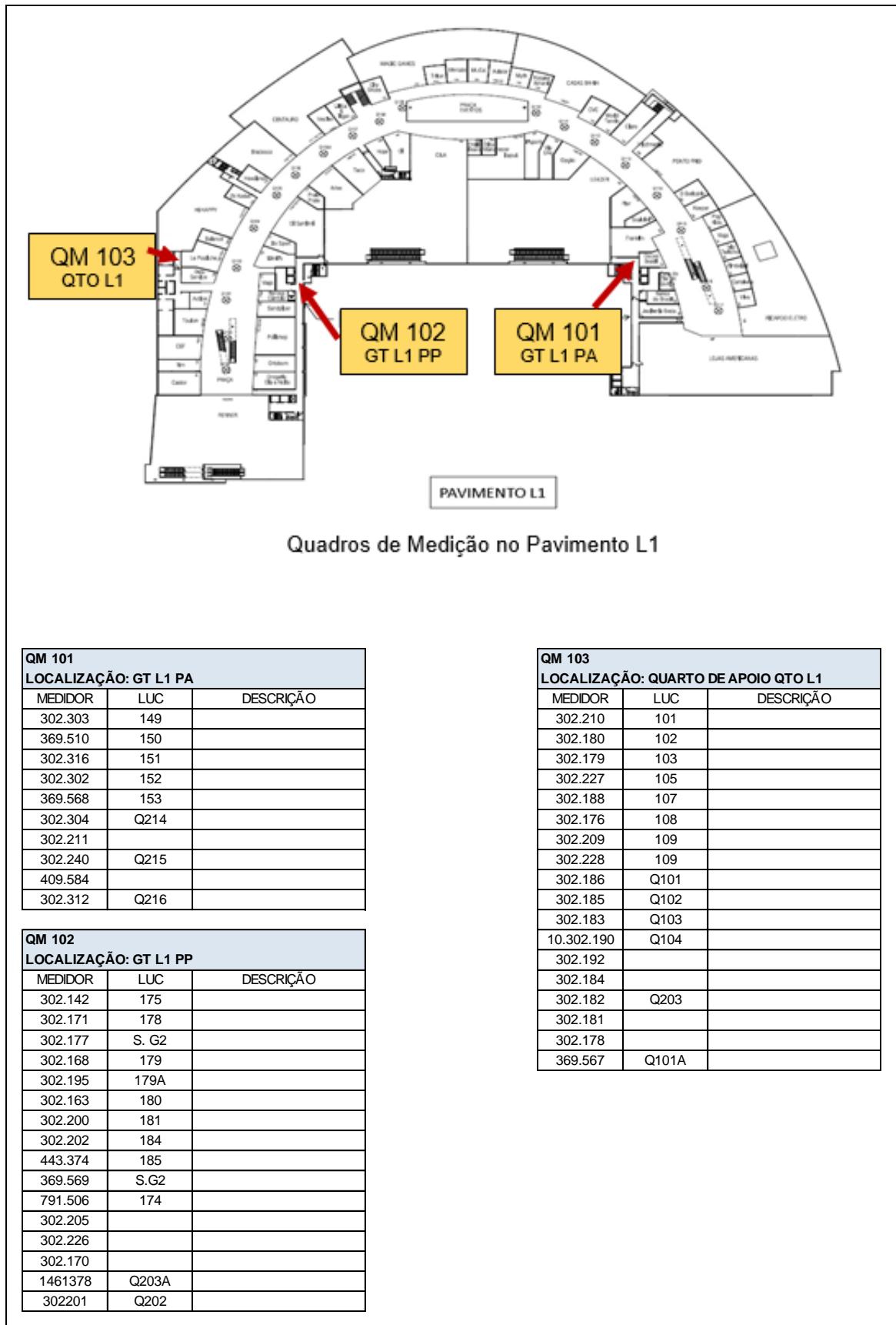
QM G3 01		
LOCALIZAÇÃO: ESTACIONAMENTO G3 A		
MEDIDOR	LUC	DESCRIÇÃO
302.207	138	
302.206	139	
302.204	140	
302.199	142	
302.203	143	
302.194	144	
302.196	145	
302.193	Q119	
302.187	Q116	
302.208	Q117	

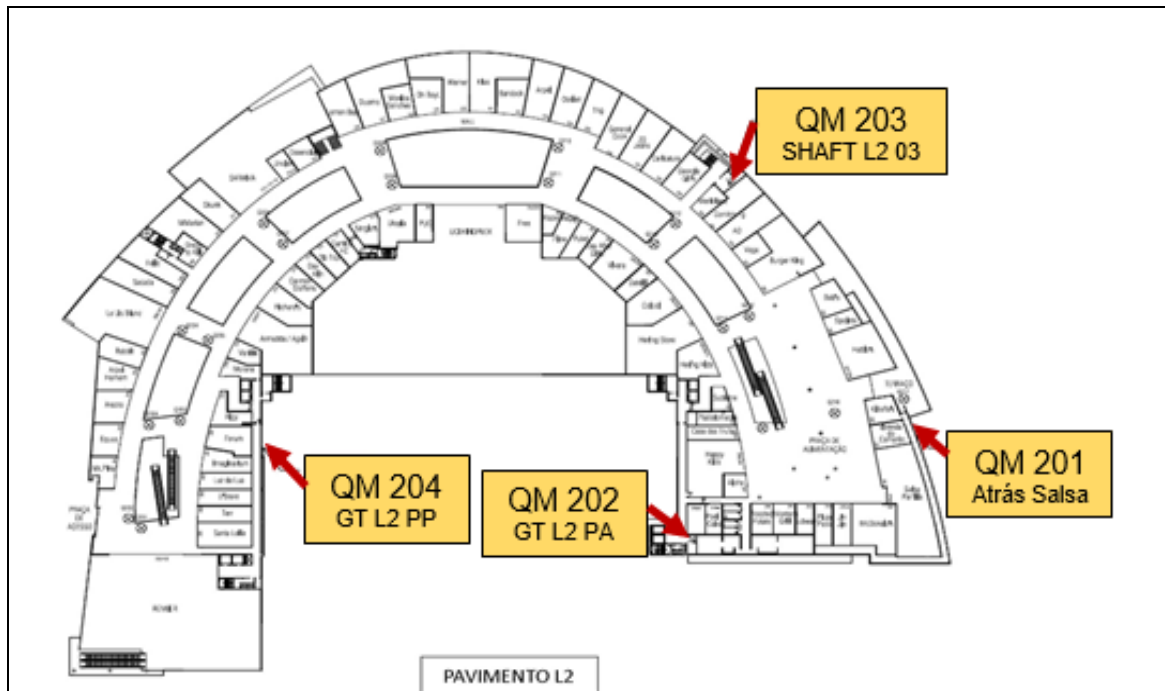
QM G3 02		
LOCALIZAÇÃO: ESTACIONAMENTO G3 B		
MEDIDOR	LUC	DESCRIÇÃO
302.236	154	
302.260	155	
302.246	158	
302.252	160	
369.572	161	
302.216	162	
302.271	164	
320.291	165	
302.273	Q112	
302.249	Q113	
302.257	Q114	
302.251	Q115	
1.903.329	Q 114 A	
1461420	Q113A	

QM G3 03		
LOCALIZAÇÃO: ESTACIONAMENTO G3 C		
MEDIDOR	LUC	DESCRIÇÃO
302.143	124	
302.167	126	
302.152	128	
302.172	129	
302.154	132	
302.191	141	
302.156	133	
302.165	134	
302.140	135	
369.575	Q110	
302.145	Q111	
302.141	Q212	
302.151	Q213	
302.169		
302.161		
302.158		
302.173		

QM G3 04		
LOCALIZAÇÃO: ESTACIONAMENTO G3 D		
MEDIDOR	LUC	DESCRIÇÃO
302.139	113	
302.153	114	
302.159	115	
302.157	119	
302.148	120	
302.150	121	
302.155	123	
302.174	125	
1.668.858		
302.286	Q108	
302.164	Q109	
302.168	-	
369.564	S. G1	
369.566		
302.168	Q118	

QM G3 05		
LOCALIZAÇÃO: ESTACIONAMENTO G3 E		
MEDIDOR	LUC	DESCRIÇÃO
302.221	167	
302.258	168	
302.235	169	
302.287	171	
302.276	173	
302.250	Q105	
302.230	Q106	
791.507	Q106A	
302.224	Q107	
302.147	Q207	
302.243	Q208	
302.247	Q208A	
302.269	Q209	
1.903.350		
302.233	Q206	
302.263		





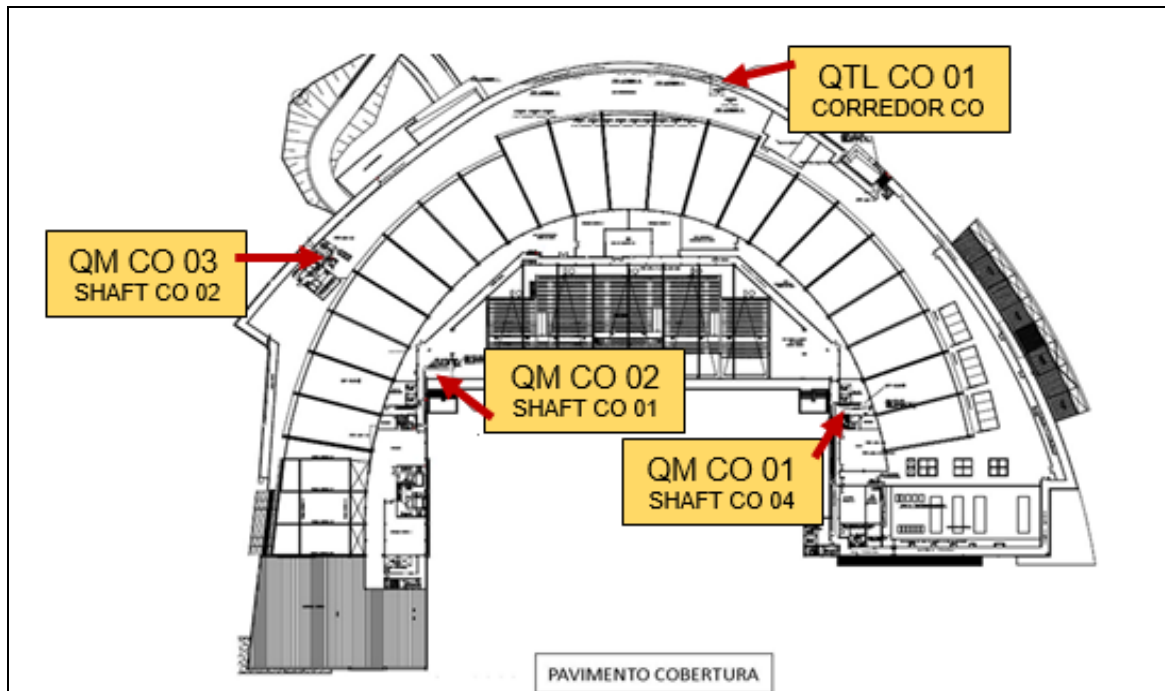
Quadros de Medição no Pavimento L2

QM 201		
LOCALIZAÇÃO: CORREDOR ATRÁS DO SALSA		
MEDIDOR	LUC	DESCRIÇÃO
302.297	236	
443.392	240	
302.298	238A	
302.309	238	

QM 202		
LOCALIZAÇÃO: GT L2 PA		
MEDIDOR	LUC	DESCRIÇÃO
302.307	242	
302.274	243	
302.281	244	
1.854.625	245	
10.302.228	246	
369.576	246 A	
369.563	247	
302.323	248	
302.197	250	
369.574	251	
302.255	252	
302.293	-	

QM 203		
LOCALIZAÇÃO: SHAFT L2 03		
MEDIDOR	LUC	DESCRIÇÃO
302.232	221	
302.272	222	
302.237	223	
302.275	224	
302.218	225	
302.234	226	
302.288	227	
302.223	228	
302.222	229	
302.217	230	
302.277	231	
302.238	232	
302.229	233	
791.505	Q210	

QM 204		
LOCALIZAÇÃO: GT L2 PP		
MEDIDOR	LUC	DESCRIÇÃO
302.311	278A	
302.289	279	
302.268	280	
302.253	281	
302.227	282	
302.313	283	
302.261	284	
302.284	285	



Quadros de Medição no Pavimento Cobertura

QM CO 01		
LOCALIZAÇÃO: CORREDOR EM FRENTE AO SHAFT CO 04		
MEDIDOR	LUC	DESCRIÇÃO
443.376	253	
302.294	254	
302.295	256	
302.305	257	
302.318	258	
302.306	260	
302.285	261	
302.322	255	
302.299	262	
302.321	263	
302.244	264	

QM CO 02		
LOCALIZAÇÃO: CORREDOR EM FRENTE AO SHAFT CO 01		
MEDIDOR	LUC	DESCRIÇÃO
302.262	267	
302.267	268	
302.256	270	
302.225	271	
302.248	272	
302.220	273	
302.231	274	
302.290	275	
302.264	276	
302.259	278	

QM CO 03		
LOCALIZAÇÃO: ATRÁS DO SHAFT CO 02		
MEDIDOR	LUC	DESCRIÇÃO
302.241	201	
302.265	202	
302.226	203	
302.245	204	
302.266	205	
302.217	208	
302.219	208	
302.149	209	
302.215	210	
302.146	211	
302.325	212	
302.162	214	
302.283	215	
302.239	216	
302.242	217	
302.280	218	
302.292	219	
302.175	220	
991.640	-	
1.666.430	-	

QTL CO 01		
LOCALIZAÇÃO: MEIO DO CORREDOR		
MEDIDOR	LUC	DESCRIÇÃO
409.586	LET 146	
409.579	LET166	
409.578	LET266	
409.581	LET147	
409.582	LET157	
409.583	LET200	
409.580		

Anexo B - Planilha de rateio de energia

RATEIO DE ENERGIA				MAIO		
QM	MEDIDOR	LUC	OPERAÇÃO	Leitura de kWh	Consumo kWh	Diferença em %
01 - QM CO 01	302294	254	HERING STORE	77.483	3.304	0%
01 - QM CO 01	302322	vago	MEDIDOR VAGO	medidor vago	#VALOR!	#VALOR!
01 - QM CO 01	302305	257	QUEM DISSE, BERENICE?	106.469	599	5%
01 - QM CO 01	302306	260	BELVITUR	82.240	565	-2%
01 - QM CO 01	302285	261	PUKET	99.532	388	8%
01 - QM CO 01	302299	262	OTICAS KIKA	91.855	365	-2%
01 - QM CO 01	302321	263	KOPENHAGEN	153.030	1.013	-7%
01 - QM CO 01	443376	253/253A	HERING KIDS	36.930	1.637	-3%
01 - QM CO 01	302295	255/256	CONSTANCE	225.428	1.563	2%
01 - QM CO 01	302318	258/259	VIVARA	446.743	2.794	2%
01 - QM CO 01	302244	264/265	FREE	179.423	781	-3%
02 - QM CO 02	302262	267	PUC	149.813	377	8%
02 - QM CO 02	302256	270	SERGIO'S	181.939	798	0%
02 - QM CO 02	302225	271	THE CLOSET	78.140	461	5%
02 - QM CO 02	302248	272	TIP TOP	140.536	664	0%
02 - QM CO 02	302220	273	INTIMISSIMI	150.956	636	0%
02 - QM CO 02	302231	274	PANDORA	200.309	958	-1%
02 - QM CO 02	302290	275	RICHARDS	302.971	2.100	1%
02 - QM CO 02	302259	278	MORANA	192.258	739	-6%
02 - QM CO 02	302267	268/269	KLUS	210.560	1.166	-2%
02 - QM CO 02	302264	276/277	YOUCOM	492.754	1.679	-3%
03 - QM CO 03	302241	201	VILA BOIM	70.568	142	18%
03 - QM CO 03	302265	202	EQUUS	137.771	547	-4%
03 - QM CO 03	302226(A)	203	AREZZO	268.849	1.438	-2%
03 - QM CO 03	302245	204	ARQMAN	147.095	405	101%
03 - QM CO 03	302266	205	SCHUTZ	332.611	2.887	2%
03 - QM CO 03	302317	208	SACADA	1.013	1.288	0%
03 - QM CO 03	302219	208A	ARMADDA	134.558	664	4%
03 - QM CO 03	302149	209	AMBIENTALLIS	104.061	281	0%
03 - QM CO 03	302215	210	LAUD	326.655	135	467%
03 - QM CO 03	302146	211	SKUNK	172.669	1.018	-2%
03 - QM CO 03	302283	215	ESSENCIALE	107.213	741	0%
03 - QM CO 03	302239	216	MMARTAN	213.938	1.399	2%
03 - QM CO 03	302242	217	DUOMO	2.558	1.051	0%
03 - QM CO 03	302280	218	UTOPIA	105.454	414	6%
03 - QM CO 03	302292	219	OH BOY!	213.639	1.327	4%
03 - QM CO 03	302175	220	WERNER	692.097	4.654	4%
03 - QM CO 03	302325	212/213/214	SARAIVA	421	6.162	0%
03 - QM CO 03	302162	214A	UNCLE K	114.511	458	7%

03 - QM CO 03	991640	ANTENA	ANTENA OI	109.243	1.496	3%
03 - QM CO 03	1666430	ANTENA	ANTENA CLARO	58.793	987	-6%
04 - QTL CO 01	409586	LET146	LETREIRO	18.553	-	#DIV/0!
04 - QTL CO 01	409581	LET147/148	LOJAS AMERICANAS	52.561	203	-4%
04 - QTL CO 01	409582	LET157	LEADER	40.249	65	81%
04 - QTL CO 01	409579	LET166	C & A	40.579	139	-9%
04 - QTL CO 01	409580	ANTENA	ANTENA TIM	52.437	1.375	-2%
04 - QTL CO 01	409583	LET200	LETREIRO RENNER	36.169	154	-6%
04 - QTL CO 01	409578	LET266	UCI	25.998	5	#DIV/0!
05 - QM 101	302303	149	ESPAÇO LASER	71.731	752	7%
05 - QM 101	369510	150	BANCO DO BRASIL	107.471	0	#DIV/0!
05 - QM 101	302316	151	CASA DO PÃO DE QUEIJO	258.864	2.033	9%
05 - QM 101	302302	152	FÁBRICA DE DOCES BRASIL	443.787	2.927	0%
05 - QM 101	369568	153	EURO COLCHOES	152.947	834	17%
05 - QM 101	302304	Q214	SOL E NEVE	34.509	349	-3%
05 - QM 102	302211		VAGO	0	-	#DIV/0!
05 - QM 101	302240	Q215	VAGO	26.218	11	-63%
05 - QM 101	302312	Q216	SUSHI BOX	84.751	948	-2%
05 - QM 101	409584	Q216A	CHOPP BRAHMA	12.710	918	-3%
06 - QM 102	302205			0	-	#DIV/0!
06 - QM 102	791506	174	iPlace	24.883	842	-3%
06 - QM 102	302142	175	PALIMONTES GRAFFITE	483.537	561	-2%
06 - QM 102	302171	178	MR PINNA	150.784	398	4%
06 - QM 102	302166	179	CACAU SHOW	140.062	393	-2%
06 - QM 102	302163	180	SANDWAY	105.057	418	16%
06 - QM 102	302202	184	VAGO	80.625	-	#DIV/0!
06 - QM 102	443374	185	DROGASIL	20.138	882	-1%
06 - QM 102	302226(B)			0	-	-100%
06 - QM 102	302195	179A	RENOVA CÂMBIO	28.050	223	-6%
06 - QM 102	302200	181/182/183	POLISHOP	486.603	3.427	3%
06 - QM 102	302170			0	-	#DIV/0!
06 - QM 102	302177	D Gráfica Padrão (PF)	INSTITUTO MAIS VOCÊ	1.232	319	-3%
06 - QM 102	369569	S.G2	CORREIOS	9.679	955	-26%
06 - QM 102	302201	203A	LITORANEUS	204	8	4%
06 - QM 103	1461378	Q203A	RILIX COASTER	425	35	32%
07 - QM 103	302181	Q201		2.363	26	-53%
07 - QM 103	302192			2.794	27	#DIV/0!
07 - QM 103	302184	Q205		3.001	-	#DIV/0!
07 - QM 103	302178			0	-	#DIV/0!
07 - QM 103	302210	101	EXCLUSIVA CASTOR	148.868	707	-3%
07 - QM 103	302180	102	LOTERIA	79.369	580	-4%
07 - QM 103	302188	107	VIA MIA	83.990	182	-4%
07 - QM 103	302176	108	DATA SERVICE	81.495	3	31%
07 - QM 103	302179	103	CAIXA	190.070	577	-19%

07 - QM 103	302227(A)	105	CASAS FRANKLIN	199.283	527	-3%
07 - QM 103	302209	109/109A	LE POSTICHE	340.556	1.416	-1%
07 - QM 103	302228	109B	BALANCE	139.924	500	2%
07 - QM 103	302186	Q101	BOB'S	155.018	1.183	-2%
07 - QM 103	369567	Q101A	SEM PARAR	937	-	#DIV/0!
07 - QM 103	302185	Q102	MR. PINA	58.830	-	#DIV/0!
07 - QM 103	302183	Q103	NUTTY BAVARIAN	31.078	261	4%
07 - QM 103	10302190	Q104	LOLY BALAS	18.041	66	3%
07 - QM 103	302182	Q203	UTIL	13.427	103	4%
08 - QM 201	302297	236	SPOLETO	469.115	3.443	-4%
08 - QM 201	302309	238	VAGO	74.617	19	81%
08 - QM 201	443392	240	VIVENDA DO CAMARÃO	25.722	5.325	1%
08 - QM 201	302298	238A	JAPA TEMAKI	251.182	3.674	-7%
09 - QM 202	302307	242A	PLAZA BUFFET	680.893	6.220	4%
09 - QM 202	302274	243	PIZZA E PASTA	439.338	3.313	0%
09 - QM 202	302281	244	SUBWAY	439.578	3.504	0%
09 - QM 202	1854625	245	DIGÃO	3.385	3.413	-1%
09 - QM 202	10302228	246	ROASTED POTATO	604.199	2	10%
09 - QM 202	369563	247	FISH BOX	314.919	14	25%
09 - QM 202	302323	248	VO SINHA	27.991	8.709	-1%
09 - QM 202	302197	250	CASA DAS TRUFAS	241.486	2.115	4%
09 - QM 202	369574	251	LILY'S	101.556	1.739	2%
09 - QM 202	302255	252	SUBLIME	219.910	1.892	1%
09 - QM 202	302293	-	LETREIROS PONTO FRIO	37.518	217	1%
09 - QM 202	369576	246A	Quarto de apoio GRSA	13.991	275	41%
10 - QM 203	302232	221	POP UP ROSANA AMARAL	345.920	234	14%
10 - QM 203	302272	222	TRACK & FIELD	149.253	994	0%
10 - QM 203	302237	223	ARPEL MULHER	265.856	1.444	-19%
10 - QM 203	302275	224	OSKLEN	258.610	782	-1%
10 - QM 203	302218	225	VAGO	163.386	583	-18%
10 - QM 203	302234	226	CARMEN STEFFENS	223.193	1.460	-1%
10 - QM 203	302288	227	FLOW	123	173	0%
10 - QM 203	302223	228	CARICATURA	192.792	715	5%
10 - QM 203	302222	229	GEORGIA GIFTS	624	624	188%
10 - QM 203	302217	230	JOALHERIA EXATA	114.970	379	0%
10 - QM 203	302277	231	RESERVA MINI	149.600	131	195%
10 - QM 203	302238	232	JP BILHARES	208.095	3	-41%
10 - QM 203	302229	233	CROCS	1.170	833	0%
10 - QM 203	791505	Q210	VAGO	24	-	#DIV/0!
11 - QM 204	302289	279	AD	123.139	470	12%
11 - QM 204	302268	280	RESERVA	138.422	779	-8%
11 - QM 204	302253	281	IMAGINARIUM	126.080	497	-2%
11 - QM 204	302227(B)	282	VESTIRE (EM OBRA)	147.317	734	13%
11 - QM 204	302319	283	CAPODARTE	8.567	732	0%
11 - QM 204	302261	284	VICTOR HUGO	108.736	526	-9%

11 - QM 204	302284	285	SANTA LOLLA	142.459	1.082	3%
11 - QM 204	302311	278A	MORANA	90.194	482	1%
12 - SE 01	SE1001	142	KALUNGA	1.182.217	6.894	6%
12 - SE 01	SE1002	234	BURGER KING	1.776.372	13.125	1%
12 - SE 01	SE1003	235	BOBS	909.099	8.166	3%
12 - SE 01	SE1004	237	PIZZA HUT	561.358	3.886	-1%
12 - SE 01	SE1005	239	PATRONI (EM OBRA)	670.440	5.771	-4%
12 - SE 01	SE1006	241	SALSA PARRILLA	1.355.162	11.950	16%
12 - SE 01	SE1007	241	VARANDA SALSA	737.972	6.986	3%
12 - SE 01	SE1008	242	MC DONALD'S	2.723.653	20.674	14%
12 - SE 01	SE1009	130/131	CAMICADO	904.092	4.939	-2%
12 - SE 01	SE1010	136/137	PONTO FRIO	700.027	4.316	-5%
12 - SE 01		SE 01	Trafo 1.1	2.296.873	125.729	0%
12 - SE 01		SE 01	Trafo 1.2	2.027.480	115.481	-1%
13 - SE 02	SE2001	122	MAGIC GAMES	670.140	2.290	-2%
13 - SE 02	SE2002	110/111/112	RI HAPPY	1.056.592	6.610	0%
13 - SE 02	SE2003	117/118/119	CENTAURO	114.620	5.432	6%
13 - SE 02	SE2004	206/207	LE LIS BLANC	671.514	4.968	1%
13 - SE 02	SE2005	S. G1	INTER	103.536	466	22%
13 - SE 02	SE2006	S. G2	Luciana Móveis	619.227	2.063	8%
13 - SE 02		SE 02	Trafo 2.1	4.939.226	101.089	2%
13 - SE 02		SE 02	Trafo 2.2	11.649.383	71.847	-7%
23 - SE 03		SE 03	Trafo 3.1	3.459	282	-49%
23 - SE 03		SE 03	Trafo 3.2	913	89	10%
14 - QM G3 01	302207	138	O BOTICÁRIO	30.492	935	-3%
14 - QM G3 01	302206	139	KEEPER	140.855	23	156%
14 - QM G3 01	302204	140	X Case	90.936	2	-100%
14 - QM G3 01	302203	143	MUNDO VERDE	129.879	1.129	-2%
14 - QM G3 01	302193	Q119		39	0	0%
14 - QM G3 01	302194	144	LITORANEUS	78.069	5	-89%
14 - QM G3 01	302196	145/146	TONY PARK	121.132	999	3%
14 - QM G3 01	302187	Q116	Quiosque McDonald's	329.720	3.093	3%
14 - QM G3 01	302208	Q117	VAGO	28.428	0	15%
15 - QM G3 02	302236	154	LOJA VAGA	101.212	762	3%
15 - QM G3 02	302252	160	USAFLEX	219.148	670	-47%
15 - QM G3 02	369572	161	TIM	5.580	826	51%
15 - QM G3 02	302271	164	vago	94.730	-	#DIV/0!
15 - QM G3 02	320291	165	CHILLI BEANS	99.691	405	0%
15 - QM G3 02	302260	155/156	SAMSUNG	120.497	786	2%
15 - QM G3 02	302246	158/159	OPÇÃO	288.003	566	-7%
15 - QM G3 02	302216	162/163	CALÇADOS ITAPUÃ	417.285	1.753	-5%
15 - QM G3 02	302273	Q112	OPS	8.639	33	-8%
15 - QM G3 02	302249	Q113	VAGO	17.165	35	-7%
15 - QM G3 02	461420	Q113A	MAYBELLINE	544	52	-4%
15 - QM G3 02	302257	Q114	SO BRANCELHA	446	52	-7%

15 - QM G3 02	1903329	Q115	EMPÓRIO DO AÇO	989	113	3%
15 - QM G3 02	302251	Q115A	PITICAS	26.464	39	-3%
15 - QM G3 02	2071720	Q115B	Máquina de prêmios	27	-	
16 - QM G3 03	302143	124	Milon (OBRA)	133.905	0	800%
16 - QM G3 03	302167	126	LUPO	136.303	690	-2%
16 - QM G3 03	302152	128	BRASIL CACAU	110.739	755	2%
16 - QM G3 03	302172	129	ALPHABETO	130.022	549	2%
16 - QM G3 03	302154	132	CVC	172.278	421	2%
16 - QM G3 03	302156	133	WORLD TENNIS	205.830	1.300	8%
16 - QM G3 03	302165	134	CLARO	274.192	2.443	0%
16 - QM G3 03	302140	135	VIVO	103.624	742	6%
16 - QM G3 03	369575	Q110	DIVINO CAFÉ (TOKO)	11.042	1.301	2%
16 - QM G3 03	302145	Q111	SELECT CASE	110	78	0%
16 - QM G3 03	2025122	Q110A	FINI	952	78	#DIV/0!
16 - QM G3 03	302141	Q212	VAGO	2.717	-	-100%
16 - QM G3 03	302173			1	-	#DIV/0!
16 - QM G3 03	302169			299	56	-32%
16 - QM G3 03	302158		vago	738	0	60%
16 - QM G3 03	302151	Q213	L'OCCITANE	497	0	-100%
16 - QM G3 03	302191	DP	DEPÓSITO JAPA TEMAKI	89.815	1.295	1%
17 - QM G3 04	302139	113	ZÉ KODAK	110.154	869	6%
17 - QM G3 04	302153	114	HAVAIANAS	120.223	681	2%
17 - QM G3 04	302148	120	LILICA TIGOR	103.509	341	-5%
17 - QM G3 04	302150	121	CLUBE MELISSA	143.960	702	-1%
17 - QM G3 04	302155	123	EXCLUSIVA JÓIAS	93.150	249	3%
17 - QM G3 04	302174	125	MR CAT	232.243	1.434	2%
17 - QM G3 04	302159	115/116	BRADESCO	79.963	2.986	-6%
17 - QM G3 04	302157	119A	CUTE CASE	100.940	1.008	-3%
17 - QM G3 04	369566	D03/04-G2	VAGO	14.447	7	936%
17 - QM G3 04	302286	Q108	JAH DO AÇAÍ	13.432	969	-1%
17 - QM G3 04	302164	Q109	BOM CLIMA	24.903	-	#DIV/0!
17 - QM G3 04	302168	120A	SHAPE SUPLEMENTOS	93.378	747	-1%
17 - QM G3 04	369564	S. G1	DRY UP	35.013	1.203	5%
17 - QM G3 04	1668858	Q108A	INTERCONSTRUTORA	1.172	132	9%
18 - QM G3 05	302221	167	OTICAS CAROL	120.032	995	3%
18 - QM G3 05	302258	168	HOPE	180.624	1.054	3%
18 - QM G3 05	302235	169/170	TACO	293.534	2.148	2%
18 - QM G3 05	302287	171	ARTEX	331.172	1.736	-6%
18 - QM G3 05	302276	173	PRATA PRATA	142.449	1.071	3%
18 - QM G3 05	302250	Q105	FABRICA DE CHOCOLATE	21.941	-	#DIV/0!
18 - QM G3 05	791507	Q106	The body shop	3.165	173	1%
18 - QM G3 05	302230	Q106	Vago	11.475	11	-39%
18 - QM G3 05	302224	Q107	Atitude point	11.107	216	3%
18 - QM G3 05	302233	Q206	QUIOSQUE VÓ ÓLIVIA	13.093	121	2%
18 - QM G3 05	302147	Q211	VAGA (CHEVROLET)	4.093	0	68%

18 - QM G3 05	302263			0	-	#DIV/0!
18 - QM G3 05	302243	Q208	PRISCILA STIEBLER	2.592	-	-100%
18 - QM G3 05	302247	Q208A	VAGO	0	-	#DIV/0!
18-QM G3 05	1903350	Q209	VAGA	0	-	#DIV/0!
18 - QM G3 05	302269	Q209	VAGO	3.315	-	#DIV/0!
18 - QM G3 05	2051933	Q106A	Quiosque BK	253	253	
19 - QM G2 01	302300	-	SORRISUS	1.729	119	-52%
19 - QM G2 01	302144	-	DEPOSITO OPS	1.039	86	1552%
19 - QM G2 01	302279	G1	EVENTO G1 DESCOBERTO	38.637	6.747	-1%
19 - QM G2 01	302314	S. G1	LOCALIZA G1	20.903	543	4%
19 - QM G2 01	302315	S. G1	COSTURA BEM	24.459	184	9%
19 - QM G2 01	302296	S. G2	DEPÓSITO BOM CLIMA	20.405	0	-44%
19 - QM G2 01	302270	S. G2	MULTIVISTOS	38.020	179	38%
19 - QM G2 01	302308	S.G1	PET SHOP	29.493	395	13%
19 - QM G2 01	369562		AUDITÓRIO	3.775	21	11%
20 - QM G2 02	443381	D09-G2	DEP 9	202.064	1.906	-15%
20 - QM G2 02	369565	D10-G2	Depósito 10 (Antiga Vó Sinhá)	16.813	-	-100%
20 - QM G2 02	443385	D11-G2	DEP 11	3.044	20	0%
20 - QM G2 02	443383	D12-G2	DEP 12	135.975	953	-8%
20 - QM G2 02	443386	D13-G2	DEP 13	364	2	100%
20 - QM G2 02	443388	D14-G2	DEP 14(Sublime)	101.506	1.466	-22%
20 - QM G2 02	369577		DEPÓSITO LOS PALETEIROS	52.305	507	-7%
21 - QM G2 03	1.920.571		LETREIRO KALUNGA	5.961	229	-6%
21 - QM G2 03	443384	Q100	ZOO TOUR	984	-	#DIV/0!
21 - QM G2 03	302313	S. G3	LOCALIZA	52.993	268	15%
22 - QM G1 01	302189	-	VAGO (ANTIGO PONTO ÚTIL)	12.477	167	-12%
22 - QM G1 01	443373	D02-G1	DEPÓSITO PUC	39.652	-	#DIV/0!
22 - QM G1 01	443370	D04-G1	DEPÓSITO ARPEL MULHER	51	1	#DIV/0!
22 - QM G1 01	443379	D05-G1	DEPÓSITO AUTO PARK	7.811	39	-11%
22 - QM G1 01	443378	D06-G1	DEPÓSITO DIVINO CAFÉ	15.900	123	-9%
	SEM MEDIDOR	D GUICHÊ G3 PA D16-G3	DEPÓSITO CHOPP BRAHMA	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D GUICHÊ G3 PP D15-G3	DEPÓSITO LAMON BAY	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D PF	DEPÓSITO KIKA MUSIC	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D PF	DEPÓSITO KALUNGA	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D01-G1	DEPÓSITO TOULLON	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D01-G3	DEPÓSITO LE POSTICHE	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D02-G3	DEPÓSITO ADDITION	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D03-G1	DEPÓSITO BALANCÊ	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D03-G3	DEPÓSITO ROASTED POTATO	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D04-G3	DEPÓSITO PLAZA BUFFET	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D05-G2	DEPÓSITO SPOLETO	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D06-G3	DEPÓSITO KOPENHAGEN	não tem medidor		-100%

	SEM MEDIDOR	D07-G1	DEPÓSITO SÉRGIO'S	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D07-G2	DEPÓSITO FREE	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D07-G3	DEPÓSITO LILICA E TIGOR	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D08-G1	DEPÓSITO UTOPIA	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D08-G2	DEPÓSITO GEORGIA GIFTS	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D08-G3	DEPÓSITO PUKET	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D09-G1	DEPÓSITO RICHARD'S	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D09-G3	DEPÓSITO SCHUTZ	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D10-G1	DEPÓSITO MR PINA	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D10-G3	DEPÓSITO OLHA O CHURROS	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D11-G1	DEPÓSITO RI HAPPY	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D13-G3	DEPÓSITO TIP TOP	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D17 (PF)	DEPÓSITO Fantasia	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D18 (PF)	DEPÓSITO MC DONALDS	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D19 (PF)	DEPÓSITO CREPE LOCKS	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D20 (PF)	DEPÓSITO MEU HEROI	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D22(PF)	DEPÓSITO CARMEN S	não tem medidor		-100%
	SEM MEDIDOR	D2-G2	DEPÓSITO O BOTICÁRIO	não tem medidor		-100%
04 - QTL CO 01	409585	LET266	Vago	não tem medidor	#VALOR!	#VALOR!
	SEM MEDIDOR	Q103A	VAGO	não tem medidor		-100%