

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

CLÁUDIO CORREIA SILVÉRIO

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO E PRINCIPAIS CONCEITOS
RELACIONADOS AOS BANCOS DE BATERIA NO CONTEXTO DE
TELECOMUNICAÇÕES**

UBERLÂNDIA
2021

CLÁUDIO CORREIA SILVÉRIO

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DA MANUTENÇÃO E PRINCIPAIS CONCEITOS
RELACIONADOS AOS BANCOS DE BATERIA NO CONTEXTO DE
TELECOMUNICAÇÕES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia - UFU - Campus Santa Mônica, como requisito para obtenção do título de graduação em Engenharia Elétrica.

Orientador: Carlos Eduardo Tavares

UBERLÂNDIA
2021

RESUMO

A área de manutenção já se provou fundamental nos mais diversos tipos de empresas, sejam elas com foco industrial ou em prestação de serviços. A partir desse ponto de vista, este trabalho tem como proposta mostrar os principais aspectos da implementação de um PCM com foco em bancos de bateria em ambientes de Telecomunicação. Para isso foram identificadas algumas peculiaridades do setor como descentralização das instalações físicas, dificuldade de acesso e mão de obra dedicada. Foram mostrados alguns dos principais pontos a se considerar com os equipamentos a serem instalados, cuidados nas instalações e parâmetros a serem acompanhados. O PCM com a ajuda do software PRISMA possibilitou identificar modelos e fabricantes que não cumpriam com as expectativas bem como estabelecer uma previsibilidade de falhas. Tudo isso permite que a empresa ou organização que utilize de um PCM tenha seus investimentos em infraestrutura aplicados de maneira mais assertiva, gerando crescimento financeiro e boa reputação para a mesma.

Palavras-chave: PCM. Bancos de Bateria. Manutenção. Telecomunicação.

ABSTRACT

The maintenance area has proven to be fundamental in the most diverse types of companies, whether they are industrially focused or in service provision. From this point of view, this work proposes to show the main aspects of the implementation of a MPC with a focus on battery banks in telecommunication environments. For this, some peculiarities of the sector were identified, such as decentralization of physical facilities, difficult access and dedicated labor work. Some of the main points to consider with the equipment to be installed, installation care and parameters to be monitored were shown. The MPC with the help of the PRISMA software made it possible to identify models and manufacturers that did not meet expectations as well as establish a predictability of failures. All of this allows the company or organization that uses a MPC to have its investments in infrastructure more assertively applied, generating financial growth and a good reputation for it.

Keywords: MPC. Battery Banks. Maintenance. Telecommunication

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema de dispositivo criado por Volta	3
Figura 2 - Réplica do dispositivo rudimentar	4
Figura 3 - Esquema de ligação em série	7
Figura 4 - Esquema de ligação em série	7
Figura 5 - Esquema de ligação em série e paralelo	8
Figura 6 - Foto de banco de baterias instalado dentro de Data Center	8
Figura 7 - Mapa do panorama de telefonia móvel no país por tecnologia	10
Figura 8 - Diagrama da distribuição CC em um site de Telecom	12
Figura 9 - Curva de descarga DF4001	15
Figura 10 - Instalação de Banco de bateria enterrado	18
Figura 11 - Banco de Baterias recém instalado em estante	19
Figura 12 - Check-list de procedimentos de manutenção	20
Figura 13 - Visão de informações e procedimentos de OS executada no aplicativo.	22
Figura 14 - Relatório gráfico de acompanhamento de medidores.	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos tipos de bateria	6
Tabela 2 - Quantidade de acessos a internet 4G	10

LISTA DE TERMOS E SIGLAS

AC	Alternating Current
Anatel	Agência Nacional de Telecomunicações
DC	Direct Current
OS	Ordem de Serviço
PCM	Planejamento e Controle de Manutenção
SS	Solicitação de Serviço
TMA	Tempo Médio de Atendimento
VRLA	Valve Regulated Lead Acid

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVO	2
1.2 JUSTIFICATIVA	2
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Células Eletroquímicas	3
2.2 Tipos de baterias – Características construtivas	5
2.2.1 NiCd- Níquel Cádmio	5
2.2.2 NiMh – Níquel Hidreto Metálico	5
2.2.3 Lítio-Íon e Lítio-Íon Polímero	5
2.2.4 Chumbo-Ácido	5
2.3 Bancos de Baterias	6
2.4 Uso de baterias em empresas de telecomunicação	9
2.4.1 Disponibilidade de atendimento	11
2.4.2 Criticidade nos sites	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1 Escolha de fornecedores homologados	14
3.2 Método de dimensionamento	15
3.3 Escolha do tipo construtivo da bateria	16
3.4 Processo de instalação dos bancos de bateria	18
3.5 Manutenção dos bancos de bateria	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Prisma x Sinfratec	24
4.1.1 Plano de manutenção	24
4.1.2 Periodicidade de manutenção	24
4.1.3 Forma de geração	25
4.1.4 Volume de ordens de serviço	25
4.1.5 Indicadores de manutenção	26
4.1.6 Assertividade de informações	26
4.2 Tempo gasto em manutenção	26
4.3 Impactos da manutenção na vida útil	27
4.4 Plano de crise energética 2021	27
5. CONCLUSÃO	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
7. ANEXOS	32

1. INTRODUÇÃO

Ao longo do desenvolvimento tecnológico, à medida em que as máquinas foram criadas e inseridas ao meio de produção, surgiram as necessidades de reparo. A princípio, esses reparos eram negligenciados e por vezes pouco eficazes. Após a segunda revolução industrial, as novas exigências de produção tornaram o cenário das medidas corretivas insuficientes, surgindo a manutenção preventiva responsável por prevenir a falha. Foi depois da década de 50 que surgiu o PCM (Planejamento e controle de Manutenção), com o intuito de desenvolver, implementar e analisar os resultados de manutenção, utilizando-se um sistema informatizado como ferramenta (MOREIRA NETO, 2017).

Segundo Branco Filho (2008, p.5) o PCM é o "conjunto de ações para preparar, programar, verificar o resultado da execução das tarefas de manutenção contra valores pré-estabelecidos e adotar medidas de correção de desvios para a consecução dos objetivos e da missão da empresa, usando os meios disponíveis."

O setor de telecomunicações no Brasil está em constante crescimento. Segundo dados de relatório da Anatel a quantidade de acessos à banda larga fixa aumentou mais de 60% nos últimos 5 anos, fato este evidenciado em números nos anexos A e B deste documento.

No setor de telecomunicações, a infraestrutura é fundamental para o desenvolvimento das empresas, por um lado possibilitando o suprimento às crescentes demandas e, por outro, mantendo os índices de qualidade do serviço dentro dos patamares desejados.

Os bancos de bateria surgem nesse aspecto como os equipamentos da linha de frente quando o assunto é manter a continuidade do serviço. Representam uma reserva de energia que pode suprir variações e falhas dos serviços de distribuição das concessionárias de energia. No entanto, esses equipamentos necessitam de cuidados para que possam garantir sua boa atuação nos momentos necessários.

Dessa forma, a implementação de um PCM em empresas de telecomunicação é de suma importância para reduzir custos de manutenção e garantir a continuidade da operação do sistema.

1.1 OBJETIVO

Investigar e evidenciar o processo de manutenção dos bancos de bateria em empresas de telecomunicação e identificar quais os impactos e aspectos relevantes.

1.2 JUSTIFICATIVA

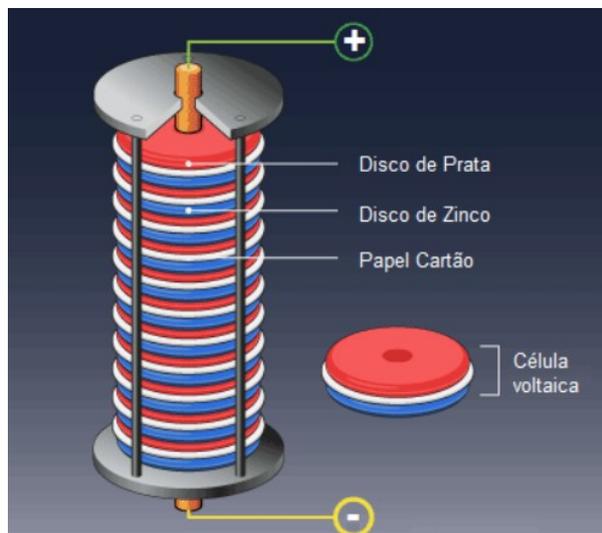
É observado que no ambiente de empresas de telecomunicação a manutenção de equipamentos de energia por vezes é deixada em segundo plano, tanto por serem equipamentos em geral de alto valor agregado e que por característica intrínseca já possuem uma baixa taxa de defeitos (ou uma alta disponibilidade) fazendo com que no curto prazo seja difícil identificar ganhos. Mas estes mesmos pontos que por vezes são negligenciados é que tornam o estudo mais detalhado a longo prazo um aliado importantíssimo na busca por otimização de recursos e prevenindo desastres de infraestrutura que podem abalar a continuidade de qualquer empresa dependendo das proporções acometidas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Células Eletroquímicas

Uma bateria é um elemento acumulador de energia na forma de energia química que gera eletricidade a partir de suas reações. Os primeiros conceitos que envolviam a utilização desse princípio datam de 1830 quando o italiano Alessandro Volta trabalhou com diferentes placas metálicas envoltas em soluções ácidas para criar uma diferença de potencial entre elas que leva o nome de célula voltaica ou célula eletroquímica (Wirth, 2013). A figura 1 apresenta uma ilustração deste arranjo e a figura 2 mostra uma réplica do dispositivo rudimentar que foi idealizado.

Figura 1 - Esquema de dispositivo criado por Volta



Fonte: (Lenz, 2012)

Figura 2 - Réplica do dispositivo rudimentar



Fonte: (Andreia, 2011)

As células voltaicas ou geradores eletroquímicos hoje podem ser construídos de uma gama de eletrodos e eletrólitos que proporcionarão características únicas a cada uma dessas combinações. No geral pode-se dividir as células em dois grupos fundamentais sendo elas as células primárias e as células secundárias.

As células primárias são aquelas que produzem reações químicas não reversíveis, consequentemente possuindo apenas um ciclo de descarga. Isso se deve ao fato de que os componentes químicos se alteram na reação espontânea ao liberar energia e que submeter uma energia pelo processo inverso a célula não fará com que os componentes voltem ao estado anterior. O conjunto de uma ou mais células com essas características é comumente chamado de pilha (Bocchi; Ferracin; Biaggio, 2000; Wirth, 2013).

As células secundárias são aquelas que podem ser submetidas a processos de carga e de descarga por mais de uma vez, estando esse fenômeno relacionado a reversibilidade das reações ocorridas internamente a célula caso seja aplicada energia suficiente. O conjunto de uma ou mais células com essas características são comumente chamadas de baterias (Bocchi; Ferracin; Biaggio, 2000; Wirth, 2013).

2.2 Tipos de baterias – Características construtivas

Como já citado anteriormente, as baterias possuem uma gama de possibilidades em relação a seus materiais de construção, cada um alterando as características do sistema como um todo. Os principais tipos de bateria encontrados hoje no mercado são:

2.2.1 NiCd- Níquel Cádmio

As baterias de Níquel Cádmio são uma das primeiras a serem utilizadas em larga escala e para um público mais abrangente, tendo um grande histórico no mercado, suas principais características são durabilidade, alta corrente de descarga e bom preço, apesar de possuir baixa densidade de energia e apresentar riscos ambientais agravados pela toxicidade dos materiais envolvidos (Sistemas e tecnologia aplicada, 2021; Bocchi; Ferracin; Biaggio, 2000).

2.2.2 NiMh – Níquel Hidreto Metálico

As baterias de Níquel hidreto metálico são uma solução para maior densidade de energia se comparado às de Níquel Cádmio, também possuindo um impacto ambiental muito menor e menor toxicidade ao ser humano. Isso vem a custo de uma vida útil reduzida e menor capacidade de ciclos de recarga (Sistemas e tecnologia aplicada, 2021; Bocchi; Ferracin; Biaggio, 2000).

2.2.3 Lítio-Íon e Lítio-Íon Polímero

É uma das tecnologias mais recentes e que continua em crescimento, são baterias com altíssima densidade de energia e uma geometria construtiva mais fina, o que possibilita a sua utilização em equipamentos menores como celulares. Seu lado negativo está no alto custo e também na sua baixa resistência e durabilidade (Sistemas e tecnologia aplicada, 2021; Bocchi; Ferracin; Biaggio, 2000).

2.2.4 Chumbo-Ácido

Essa é a tecnologia mais utilizada em grande porte, pois sua baixa densidade de energia é recompensada pela robustez e durabilidade em conjunto com um custo de produção muito menor em comparação com as demais. Deve ser atentado ao seu impacto ambiental visto que por conter chumbo a mesma necessita de reciclagem

(Sistemas e tecnologia aplicada, 2021; Bocchi; Ferracin; Biaggio, 2000). A tabela 1 apresenta uma comparação das principais características das baterias que são formadas a partir de seus aspectos construtivos.

Tabela 1 - Características dos tipos de bateria

Tipo de bateria	NiCd	NiMh	Li-Ion	Chumbo
Densidade de energia (Wh/Kg)	60	80	160	40
Número de ciclos - médio	1500	500	700	300
Tempo para carga rápida (hs)	1	3	3	12
Autodescarga mensal (%)	20	30	10	5
Tensão da célula (Volts)	1,25	1,25	3,6	2
Corrente de carga pico (C)	20	5	2	5
Corrente de carga padrão (C)	1	0,5	1	0,2
Temperatura mínima (°C)	-40	-20	-20	-20 a 60
Temperatura máxima (°C)	60	60	60	60

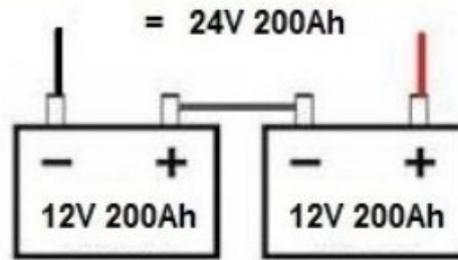
Fonte: sta-eletrônica

2.3 Bancos de Baterias

Conforme já mencionado, as baterias são formadas pela junção de uma ou mais células eletroquímicas, cada uma dessas células gera uma diferença de potencial intrinsecamente ligada aos seus aspectos construtivos. No entanto, as necessidades de aplicação podem ser das mais variadas levando em consideração a tensão de alimentação. Por este motivo as células já são combinadas dentro da própria bateria para ter valores nominais mais próximos dos desejados.

Da mesma forma com que as células eletroquímicas são combinadas internamente para gerar uma dada tensão nos terminais da bateria, pode-se combinar as baterias propriamente ditas para criar um sistema com tensão superior para atender as possíveis necessidades. O que possibilita a criação desse sistema é o arranjo em série das baterias, conforme indicado na figura 3. O arranjo série mantém a capacidade da bateria constante, ao passo que soma a tensão de cada elemento ao total do sistema. (MPPTSOLAR, 2021; SANTOS; MATSUMOTO, 2010)

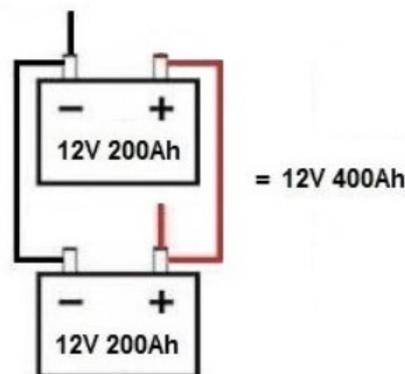
Figura 3 - Esquema de ligação em série



Fonte: Mpptsolar

Além da tensão disponibilizada nos terminais de cada célula, a capacidade de energia fornecida por cada uma delas também pode não ser suficiente para suprir as mais variadas necessidades de aplicação. No entanto, também existe a possibilidade de se combinar as baterias para obter uma capacidade maior por meio do arranjo em paralelo, conforme indicado na figura 4. Baterias combinadas em paralelo irão entregar uma tensão constante e a capacidade total fornecida será o somatório das capacidades individuais de cada uma das baterias. (MPPTSOLAR, 2021; SANTOS; MATSUMOTO, 2010)

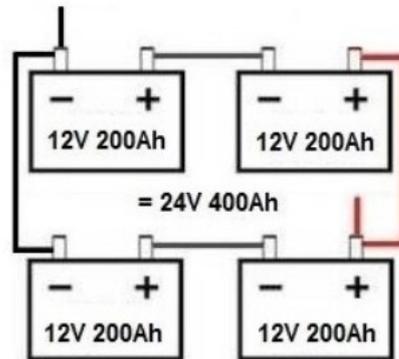
Figura 4 - Esquema de ligação em paralelo



Fonte: Mpptsolar

Seguindo o mesmo princípio, pode-se também utilizar o melhor das duas situações para conseguir atender a uma necessidade específica. Neste caso basta utilizar um arranjo série e paralelo, que consiste em unificar os dois arranjos vistos anteriormente, ilustrado na figura 5.

Figura 5 - Esquema de ligação em série e paralelo



Fonte: Mpptsolar

É importante ter em mente que para um bom funcionamento e otimização do banco de baterias, é fundamental que as baterias de um mesmo arranjo sejam idênticas em todas as características. Pois a diferença de parâmetros entre elas pode gerar perturbações no sistema e o mesmo não ter o resultado esperado. Seguir completamente as orientações de cada fabricante é ideal para garantir que a instalação esteja segura e trabalhe como o esperado. (SANTOS; MATSUMOTO, 2010). A figura 6 apresenta um exemplo de banco de baterias instalado dentro de um *Data Center*.

Figura 6 - Foto de banco de baterias instalado dentro de Data Center



Fonte: Autor

2.4 Uso de baterias em empresas de telecomunicação

A telecomunicação como um ramo de negócio nos dias de hoje é considerada como serviço fundamental, um serviço abrangente que deve estar disponível e atender as demandas em escala continental. Ela proporciona e sofre de uma revolução chamada de Transformação Digital, onde ao mesmo tempo que é impulsionada pelas soluções digitais aos problemas tradicionais ela tem como função e consequência expandir o alcance dessa revolução a patamares nunca antes vistos.

A tecnologia implantada na área de telecomunicações seja por redes, radares, satélites, antenas ou cabos de fibras óticas, cresceram e incorporaram-se aos costumes e tarefas humanos a ponto de torná-los essenciais ao bem-estar social como mesmo assegura e objetiva a Constituição Federal de 1988 em seu Preâmbulo e Art. 3º, IV. Por conseguinte, não há como retirá-las do ambiente, sem que haja prejuízo à comunicação humana, e logo prejuízo às relações sociais e cibernéticas. Tanto isto é verdade que a Lei nº 9.472/97[27] prevê uma série de direitos aos usuários dos serviços de telecomunicações, dentre eles, o direito de resposta a suas reclamações e a reparação causada pela violação dos seus direitos. Além do que a referida norma criou a Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL, submetida a regime de autarquia especial, que ficou como órgão regulador das telecomunicações (VIDONHO JÚNIOR, 2002, p.1).

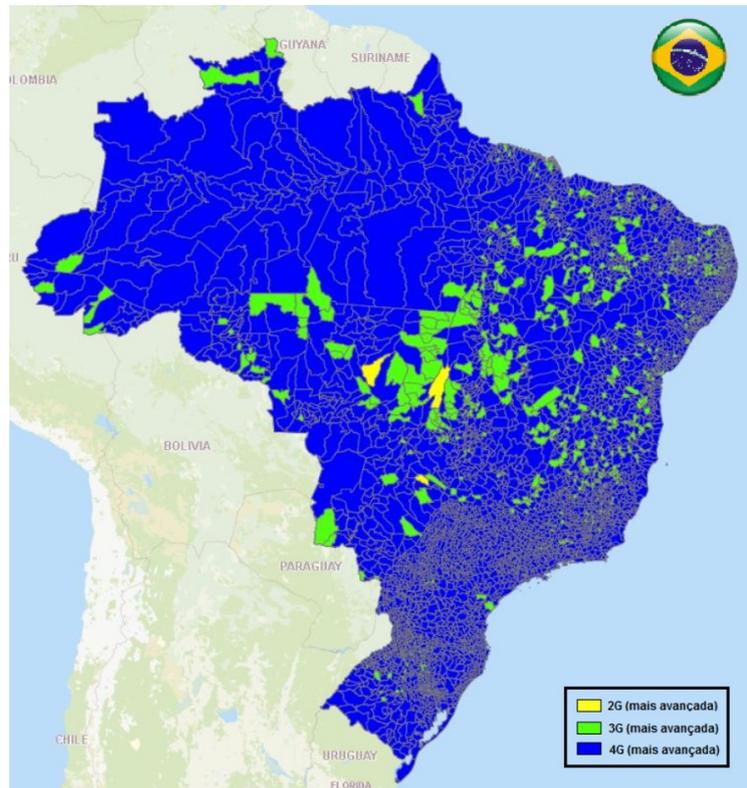
As novidades e tendências em telecomunicações são atualizadas em uma velocidade incrível, visto que é um mercado em ascensão rápida. Segundo dados da consultoria Teleco Brasil a quantidade de acessos à rede 4G no Brasil subiu mais de 65% nos últimos 3 anos, com expectativa de continuar crescendo. A tabela 2 apresenta esta evolução ao longo dos anos de 2018 a 2021 e a figura 7 mostra o mapa do panorama de telefonia móvel no país por tipo de tecnologia.

Tabela 2 - Quantidade de acessos a internet 4G (Milhares)

Operadora	2018	2019	2020	1T21	2T21	Jul/21
Vivo	40.591	48.847	55.950	57.675	59.401	59.921
Claro/Nextel	33.195	39.244	46.181	48.203	50.390	51.071
TIM	34.488	39.028	42.043	43.971	44.357	44.742
Oi	21.336	24.827	26.758	28.263	29.992	30.592
Algar	253	1.183	1.848	2.498	2.716	2.780
MVNO	1	609	960	1.005	1.068	1.083
Total	129.865	153.737	173.739	181.615	187.924	190.189
Nextel	3.178	3.345	2.824	-	-	-

Fonte: (Teleco, 2021)

Figura 7 - Mapa do panorama de telefonia móvel no país por tecnologia



Fonte: (Anatel, 2020)

Para atender as regiões mais diversas e abrangentes as empresas de telecom necessitam de ter uma infraestrutura bem dividida entre a centralização dos *backbones* ("espinha dorsal" ou rede principal por onde os dados dos clientes da internet trafegam) e também uma boa distribuição descentralizada de repetidoras a fim de otimizar a área de cobertura dos serviços oferecidos. Isso faz com que exista uma operação concentrada em grandes centros, porém com a inevitável necessidade de possuir infraestrutura física espalhada por locais afastados e de difícil acesso.

Necessidade essa que é exigida pela Anatel, que apesar da natureza privada de telefonia móvel no Brasil estabelece obrigações de cobertura vinculadas aos leilões de radiofrequência denominados compromissos de abrangência.

De acordo com Anatel (2018) entre os compromissos de abrangência já vencidos tem-se que:

Cobertura 3G

- Pelo menos 4 prestadoras devem fazer o atendimento dos municípios com população acima de 100 mil habitantes, com tecnologia 3G.
- Pelo menos 3 prestadoras devem fazer o atendimento dos municípios com população entre 30 mil e 100 mil habitantes, com tecnologia 3G.
- Pelo menos 1 prestadora deve fazer o atendimento dos municípios com população abaixo de 30 mil habitantes com tecnologia 3G.

Cobertura 4G

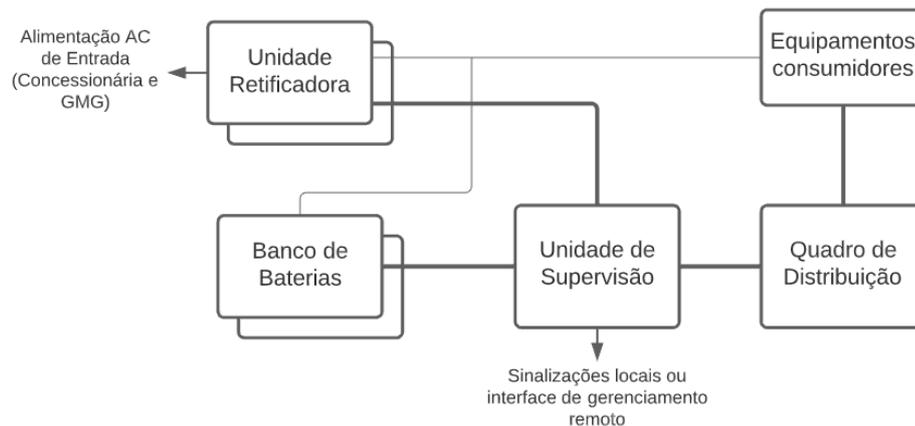
- Pelo menos 4 prestadoras devem fazer o atendimento dos municípios com população acima de 100 mil habitantes, com tecnologia 4G.
- Pelo menos 1 prestadora deve fazer o atendimento dos municípios com população entre 30 mil e 100 mil habitantes, com tecnologia 4G.

2.4.1 Disponibilidade de atendimento

Além das obrigações voltadas à cobertura, a ANATEL também regulamenta e fiscaliza a qualidade do serviço oferecido. Um dos parâmetros importantíssimos a serem levados em conta é a disponibilidade do serviço (Anatel, 2021). Disponibilidade esta que está diretamente ligada ao funcionamento ininterrupto dos equipamentos de transmissão de dados, que dependem necessariamente do fornecimento ininterrupto de energia elétrica.

Os equipamentos de dados em sua maioria são projetados para serem alimentados com energia DC, mas também existem aqueles que possuem alimentação exclusiva em AC e os que possuem alimentação mista. O projeto de cada estação leva em conta os tipos de equipamentos a serem instalados, mas em geral todas as estações estão preparadas para alimentar os equipamentos DC. A estrutura básica de distribuição DC em um site é ilustrada na figura 8.

Figura 8 - Diagrama da distribuição CC em um site de Telecom



Fonte: (Teleco, 2020)

Em funcionamento normal o site é alimentado por energia AC proveniente da concessionária, passa por uma unidade retificadora e alimenta os equipamentos consumidores e os bancos de baterias. Essa alimentação pode ser direta ou por intermédio de uma unidade de supervisão que controla o fluxo de carga a cada parte. Em condição normal o banco de baterias já se encontra carregado e necessita apenas manter sua tensão de flutuação para não perder carga, tendo todo o restante da energia disponível para os equipamentos DC.

A estrutura é montada de tal forma que caso ocorra uma falha no fornecimento AC, por qualquer motivo que seja, o banco de baterias irá passar de um estado de flutuação diretamente para um estado de descarga, onde atuará como a fonte de energia dos equipamentos consumidores sem que ocasione nenhum desligamento. O papel do banco de baterias é fundamental pois ele garante que o sistema continue operando independente de oscilações ou desligamento da alimentação primária pelo tempo de operação a qual o banco foi projetado.

Por vezes existem outras cargas CC não essenciais e deve ser feita uma priorização a partir de um quadro de filas ou quadro de distribuição CC. Outra situação possível de se ocorrer é a de existir equipamentos AC que também necessitam de fornecimento de energia continuamente. Para esses casos deve ser utilizado um módulo inversor intermediando a conexão entre os bancos de baterias e essas cargas, que podem ser tanto os equipamentos de transmissão de dados bem como sistemas de segurança e incêndio.

Para sistemas AC que demandam alta potência e necessitam de continuidade

de funcionamento o ideal é que possua um sistema de motogeradores estacionário dedicado a atender o site. Um exemplo disso são locais onde a necessidade de climatização é fator fundamental para o bom funcionamento.

2.4.2 Criticidade nos sites

Para atender as diferentes necessidades voltadas a disponibilidade e ininterrupção do serviço são criadas classificações para priorizar a atenção que é dada a cada um. Possuir uma classificação tem por objetivo auxiliar no direcionamento de investimentos e de esforços de manutenção tendo em vista que os recursos são finitos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados apresentados correspondem à implementação real de um PCM realizado em uma empresa de telecomunicações. Além disso, foram incluídas informações retiradas de órgãos regulamentadores. Foi discutido o processo de elaboração de um PCM focado nos bancos de baterias, bem como todo o processo envolvido no controle destes equipamentos.

Para se criar um plano de manutenção o primeiro passo é identificar os equipamentos já existentes, classificá-los e criar padrões para novas instalações. Após a etapa de criação dos parâmetros deverão ser elaborados os procedimentos de análise e manutenção de rotina nos equipamentos, finalizando por estabelecer expectativas e formas de se obter informações a respeito da eficácia e eficiência do plano proposto.

O PCM em geral não tem o objetivo de eliminar falhas nos equipamentos, mas sim em reduzir a probabilidade de que as mesmas aconteçam até um limiar aceitável. Isso se deve ao fato de que o custo de todo processo é parte fundamental neste contexto. Apesar de desejar evitar ao máximo possíveis falhas, os esforços e custos despendidos para evitar falhas não podem ser superiores ao impacto gerado pela falha em si.

3.1 Escolha de fornecedores homologados

Neste contexto, a importância em realizar a homologação de equipamentos não está necessariamente em atestar a qualidade do produto, mas sim ter um parâmetro mais preciso de como o equipamento se portará diante das situações típicas em que serão submetidas.

Os equipamentos possuem uma variação muito alta de valor de mercado, durabilidade e qualidade. Sendo necessário uma avaliação criteriosa em relação ao custo e risco aceitáveis em cada site.

Portanto, a proposta foi criar uma lista fixa de fornecedores e modelos para que se possa trabalhar e estudar os impactos sobre uma mesma referência. É então feita uma análise do que já é utilizado na empresa e após isso uma análise de oferta no mercado para identificar a compatibilidade do estudo nos próximos anos, visto que é um estudo a longo prazo.

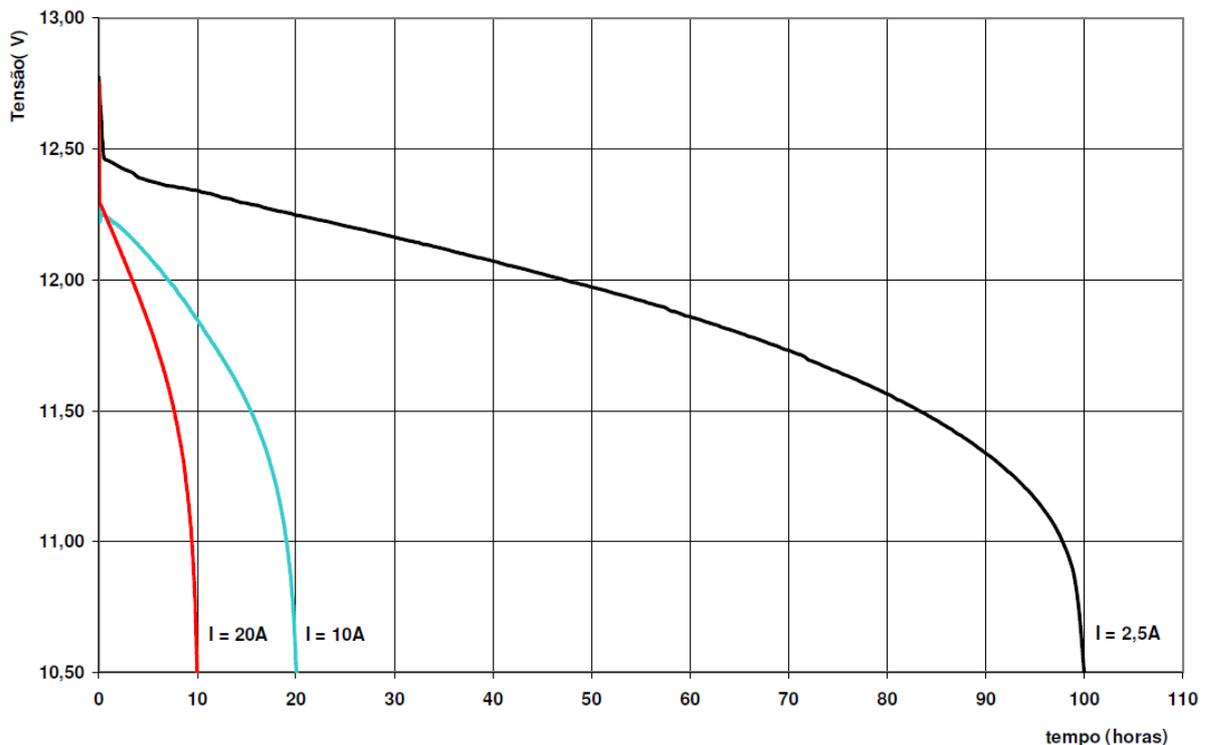
3.2 Método de dimensionamento

O dimensionamento de bancos de baterias para sites de telecomunicação deve levar em conta a carga essencial DC instalada, a criticidade de ininterruptão de cada estação em específico, bem como podem ser trabalhados levando-se em conta fatores como distância de equipe técnica capacitada para atender o local, disponibilidade e tempo previsto para a alimentação via geradores móveis.

A capacidade das baterias e por consequente dos bancos de baterias é dada em ampere-hora e é definida de acordo com a corrente que a bateria pode suprir em um determinado tempo. É importante também determinar o regime de descarga, o qual irá influenciar muito na corrente real que é entregue a carga. O regime de descarga de cada bateria pode ser obtido de acordo com as informações do fabricante. Na figura 9 foi utilizada a curva de descarga de uma bateria ventilada modelo DF4001, na qual pode-se observar que caso a corrente de descarga seja mantida constante em 20A a bateria se descarrega por completo em 10 horas, e na situação de manter uma corrente de descarga constante em 2,5A a bateria leva até 100 horas para reduzir sua carga a zero.

Figura 9 - Curva de descarga DF4001

CURVAS DE DESCARGA - CORRENTE CONSTANTE - DF4001



Fonte: (Enertec do Brasil, 2008)

A autonomia do sistema é justamente a quantidade de horas que o banco de baterias que foi projetado consegue suprir as cargas instaladas. Desta maneira para calcular a autonomia esperada de um determinado sistema é preciso levar em conta a capacidade do banco de baterias e a corrente que está sendo consumida.

Exemplo: Bateria 200Ah/10h – Carga instalada de 25A

$$\text{Autonomia do sistema} = 200 \div 25 = 8 \text{ horas}$$

Neste exemplo o banco de baterias seria capaz de suprir a carga instalada por 8 horas consecutivas.

Para o dimensionamento real é importante levar outros fatores em consideração, visto que o projeto deve ser válido para todo o período de vida útil das baterias. Um acumulador de energia é considerado fora da vida útil quando sua capacidade é inferior a 80% da capacidade nominal nas mesmas condições de operação. Visto isso, é importante projetar o banco de baterias para conseguir suprir a carga até o fim da sua vida útil, conforme equação (1).

$$C = \frac{I_c \cdot \text{Aut}}{0,80} \quad (1)$$

onde:

C > Capacidade do banco de Bateria [Ah]

I_c > Corrente instalada [A]

Aut > Autonomia desejada [h]

3.3 Escolha do tipo construtivo da bateria

Além da carga a ser suprida, outro fator fundamental no momento de projetar e dimensionar o banco de baterias para um sistema é compreender o ambiente em que o mesmo estará exposto. Visto que, algumas baterias possuem limitações e também podem oferecer riscos. Especialmente no contexto de telecomunicações, as baterias de Chumbo ácido são as mais utilizadas e elas possuem dois principais tipos construtivos.

- Baterias ventiladas

São baterias cujo eletrólito é uma solução de ácido sulfúrico e os materiais ativos são compostos de chumbo. Esse tipo de bateria ocasiona a liberação de gás hidrogênio quando submetida a situação de carga, o hidrogênio em alta concentração

é altamente explosivo (Tudor, 2019). Para a instalação deste tipo de bateria deve ser levada em consideração a ventilação do local, sendo inviabilizado locais fechados, com pouco espaço entre os equipamentos a não ser que seja instalado alguma espécie de ventilação forçada (Teleco, 2021).

- Baterias VRLA

São baterias seladas que utilizam o processo de recombinação do oxigênio para criar um ciclo fechado de carga e descarga. Com o processo utilizado, os gases provenientes das reações químicas reversíveis são presos dentro da bateria. Existindo uma válvula de escape para situações eventuais de aumento de pressão interna. Outro ponto importante a se considerar nas baterias VRLA é que elas são mais sensíveis a temperaturas, sendo quase sempre necessário um controle de temperatura no seu local de instalação (CARNEIRO et al., 2017).

Como boa parte dos equipamentos de transmissão de dados são também sensíveis a temperatura, está sendo muito usual a utilização de baterias VRLA e similares ao projetar e readequar sites de telecom. Seu custo de investimento é consideravelmente superior ao das baterias ventiladas, porém sua vida útil também é significativamente maior. No entanto, existem situações especiais que as baterias ventiladas são uma boa solução, locais que sofrem de um alto índice de furto é um destes casos.

As baterias são alvo constante de furto nas estações que não possuem esquemas de segurança muito arrojados. Em geral os alvos são armários de rua, estações rurais e base de antenas. Nestes locais, por já existir um histórico e também um mapa de risco que indica a ocorrência destes incidentes é inviável investir em uma estrutura duradoura, visto que a vida útil das baterias é bem superior à expectativa de que ocorra vandalismo no site. Neste caso são utilizadas baterias de menor vida útil que consequentemente são mais baratas. Minimizando a perda do investimento.

Outra solução comumente utilizada é a instalação dos bancos de bateria em caixas enterradas no chão (figura 10) que praticamente inviabilizam o acesso das mesmas, tanto para extravios, quanto o acesso de mão de obra técnica. Essas baterias são projetadas com o intuito de trabalhar continuamente até que atinjam o fim de sua vida útil. Sem o menor grau de inspeção e manutenção a expectativa de duração dessas baterias é reduzida drasticamente.

Figura 10 - Instalação de Banco de bateria enterrado



Fonte: Autoria própria

3.4 Processo de instalação dos bancos de bateria

A instalação dos bancos de baterias deve seguir critérios padronizados por cada fabricante e disponibilizados em manuais de instalação e operação. Em geral é recomendado a instalação dos bancos de baterias em estantes abertas ou gabinetes. Os principais pontos a serem atendidos segundo Karasinski e Dias (2003) são:

- Garantia do nivelamento da estante e por consequência dos elementos.
- Garantir a limpeza do piso e da estante antes da instalação.
- Observar se o local está arejado. (Principalmente baterias ventiladas)
- Verificar a sequência dos elementos montados na estante.

- Verificar se os elementos foram instalados alternadamente, ou seja, hora com os polos positivos para a frente e hora com os polos negativos voltados para a frente a fim de facilitar as conexões em série.
- Verificar se o torque das conexões está de acordo com o recomendado pelo fabricante com o auxílio de um torquímetro.

Figura 11 - Banco de Baterias recém instalado em estante



Fonte: Autoria própria

3.5 Manutenção dos bancos de bateria

Ao trabalhar na montagem de um planejamento de manutenção para bancos de bateria deve-se pensar em longo prazo. Portanto os resultados dos estudos empíricos serão cada vez mais assertivos. Para essa análise foi utilizado o “Prisma”, um software de PCM, para colher e armazenar dados referentes a todos os itens que geram manutenção preventiva da organização, com o foco em equipamentos de energia. Esta ferramenta será discutida em seção posterior. A figura 12 ilustra como exemplo o check-list para aplicação de acompanhamento das baterias gerado no Pisma.

Figura 12 - Check-list de procedimentos de manutenção

Procedimento	Denominação de Procedimento	Data
PR-BAT-...	EXISTE PONTOS DE CORROSÃO NA SALA E/OU PARTES METÁLICAS?	
PR-BAT-...	QUAL A DENSIDADE MÉDIA DE ELETRÓLITO DO BANCO ? (BATERIA VENTILADA)	
PR-BAT-...	QUAL A TENSÃO DE FLUTUAÇÃO (V) DOS BANCOS DE BATERIAS?	
PR-BAT-...	EXISTE CORRENTE DOS BANCOS DE BATERIAS EM REGIME DE FLUTUAÇÃO?	
PR-BAT-...	EXISTE PÓLO POSITIVO E/OU NEGATIVO ESTUFADOS?	
PR-BAT-...	A VÁLVULA DE SEGURANÇA ESTÁ ÍNTEGRA?	
PR-BAT-...	EXISTE ALGUM ELEMENTO COM AQUECIMENTO ANORMAL ?	
PR-BAT-...	OS PARAFUSOS DAS INTERLIGAÇÕES E DOS CABOS ESTÃO APERTADOS ?	
PR-BAT-...	EXISTE OXIDAÇÃO NOS POLOS?	
PR-BAT-...	OS BANCOS ESTÃO IDENTIFICADOS?	
PR-BAT-...	QUAL A TEMPERATURA AMBIENTE (°C) PRÓXIMA AO BANCO?	
PR-BAT-...	A VENTILAÇÃO DA SALA DE BATERIAS ESTÁ ADEQUADA SEGUNDO NORMA (22-24°)?	
PR-BAT-...	EXISTE VAZAMENTO NA JUNÇÃO TAMPA/VASO?	

Fonte: Interface PRISMA

Cada um dos itens do formulário foi discutido com a equipe de engenharia e estudado o *benchmarking* até se chegar a um consenso sobre as informações fundamentais. Tentando sempre deixar o mais simplificado possível para que o processo de manutenções seja breve e eficiente.

A manutenção visa identificar indícios de mau funcionamento e fatores de risco. Bem como registrar as condições de operação. É feita a limpeza de todos os elementos, verificação de aperto dos cabos aos polos, verificações visuais e medições. A partir do formulário preenchido a equipe de engenharia é capaz de identificar bancos que possuem maior risco de falhas e montar o plano orçamentário de contenção.

É importante ressaltar que não são feitas intervenções de maior profundidade para que a garantia do fabricante não seja perdida. Por este motivo nunca é feita a substituição de apenas um dos elementos do banco. Como explicitado na seção anterior, qualquer elemento ligado ao banco que apresente algum desvio, forçará com que os outros elementos se desgastem de forma acelerada visando compensar os efeitos totais. É identificado que um elemento está em desequilíbrio com o restante do banco sempre que há fluxo de corrente em regime de flutuação. Este fenômeno provoca outros desgastes como o sobreaquecimento dos elementos, perda de capacidade e autonomia do banco.

É esperado com este controle, compreender e monitorar melhor a influência da

temperatura na vida útil dos bancos, fazendo uma ligação direta entre sites com o mesmo tipo de baterias instaladas e isolando as variações que podem ter ocasionado mudança na vida útil dos bancos de baterias.

Em sites com alto nível de automação existe um histórico geral de temperatura. Quando são unidas as informações de sobreaquecimento que o banco possa ter passado com os levantamentos feitos em check-list de preventiva pode-se identificar práticas e eventos que geram impacto nos bancos de bateria e conseqüentemente na vida útil, prevendo a necessidade da troca ou intervenção com uma margem de segurança alta.

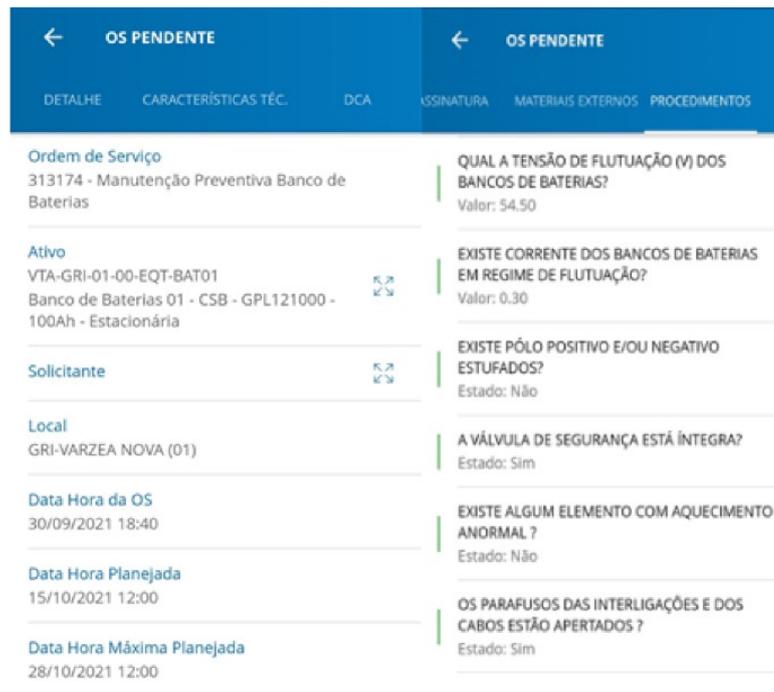
Em sites de baixa automação, a verificação é feita somente por amostragem durante o período da manutenção. Neste método foi analisada a temperatura instantânea com intervalos de tempo muito longos, não sendo possível uma identificação precisa das causas. Porém é importante realizar os procedimentos para identificar elementos já defeituosos e também prever falhas mais imediatas.

3.6 Sistema Prisma

O prisma é um sistema de gerenciamento de ativos criado na Espanha e comercializado através de empresas intermediárias. O software dispõe de uma interface principal acessado via web onde é possível inserir informações que são relacionadas através de tabelas e programas e uma interface móvel acessada através de aplicativo para celular que é focado na execução de tarefas.

Na implantação a peça chave é o cadastro de ativos, que são feitos em cascata de forma a identificar uma hierarquia de ativos pais e ativos filhos. Existem diversas outras tabelas que podem ser inseridas no sistema e interagir com os ativos previamente cadastrados. As diretamente ligadas a implementação de um PCM são as características técnicas, roteiros e procedimentos. Como produto da interação das tabelas descritas são geradas OS's (ordens de serviço) e SS's (solicitações de serviço), com campos dedicados a fornecer informações necessárias à execução de tarefas e campos específicos para receber informações diretamente do campo. A figura 13 exemplifica a interface mobile.

Figura 13 - Visão de informações e procedimentos de OS executada no aplicativo.



Fonte: Banco de dados do Prisma

Com os dados coletados durante a execução através do aplicativo utilizado pelo técnico o sistema armazena as informações para que possamos criar análises do desempenho do técnico e também do equipamento, tendo também o importante papel de manter um histórico de todas as intervenções já feitas. Na figura 14 temos o acompanhamento das medições de tensão de flutuação feitas em um banco de bateria ao longo do ano de 2021, a queda nos valores de flutuação levanta um alerta amarelo para a equipe de planejamento.

Figura 14 - Relatório gráfico de acompanhamento de medidores.



Fonte: Banco de dados do Prisma

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a criação dos parâmetros e início do monitoramento era esperado uma resposta acerca do desempenho dos bancos de bateria utilizados na planta, principalmente correlacionando modelos e fabricantes para que a empresa tivesse uma linha guia em onde concentrar os seus investimentos, ou seja, quais seriam as escolhas de maior custo benefício. Ao mesmo tempo, também era esperado que se criasse uma previsibilidade acerca dos modelos trabalhados com o intuito de prever necessidades orçamentárias, o que possibilitaria que a empresa mudasse a forma com que conduzia seu orçamento de infraestrutura futuramente.

A primeira etapa já vem mostrando resultados, onde foi possível identificar modelos de baterias que tinham um péssimo desempenho e as mesmas perderam prioridade entre os fornecedores homologados. Além de identificar modelos específicos, também foi possível identificar situações que estavam diminuindo a vida útil dos equipamentos, principalmente utilizando o controle de temperatura. Em algumas situações até mesmo a prática de utilizar baterias enterradas se mostrou positiva pelo solo se manter em uma temperatura mais amena que o interior dos armários de equipamento.

A segunda etapa já necessita de um tempo maior de acompanhamento para verificar os efeitos da implementação do PCM, uma vez que os resultados poderão ser levantados apenas após uma quantidade significativa de bancos de baterias instalados e operados sob esta estratégia de manutenção atingirem o final da vida útil ou da garantia do fabricante. De posse destes dados, será possível correlacionar cada tipo, fabricante e modelo com as condições do local de instalação e criar uma previsibilidade para instalações futuras ou até mesmo propor novas possibilidades para melhorar as condições operacionais. Desta forma, com o mapeamento dos ambientes mais favoráveis e modelos de baterias mais eficientes, mesmo que de forma empírica, espera-se a possibilidade de obter resultados ainda melhores do que os propostos pelos fabricantes. A seguir são apresentadas as primeiras constatações da implementação do PCM.

4.1 Prisma x Sinfratec

O modelo de controle da manutenção antes da implementação do Prisma era baseado em outro sistema de propriedade da empresa para efetuar esse monitoramento, chamado de Sinfratec. Com a substituição foram destacados diversos impactos, destacados a na sequência.

4.1.1 Plano de manutenção

O modelo original do Sinfratec era uma ferramenta que supria mais as necessidades de acompanhamento de cadastro que propriamente dito um controle de manutenção, visto que a manutenção era generalizada por estações. Os técnicos eram orientados a realizar uma verificação geral de toda a estação e apontar e corrigir as falhas quando essas eram encontradas, tudo isso sem procedimentos padrões a serem seguidos, deixando toda a responsabilidade de acompanhamento com o próprio técnico, pela sua experiência e interpretação pessoal.

Com a implementação do Prisma, a primeira grande mudança foi em relação ao objeto de manutenção, que passou de uma avaliação genérica de todo o site para manutenções individuais por equipamento. Foram desenvolvidos procedimentos a serem seguidos na verificação de cada um dos equipamentos de infraestrutura da planta.

No caso das baterias passou a existir a possibilidade de acompanhar os parâmetros de medições de cada um dos bancos individuais, tendo uma garantia maior de que o técnico responsável pela manutenção estava realizando as atividades e entregando as evidências. Isso transfere a responsabilidade do procedimento para o sistema e deixa o técnico apenas com a responsabilidade de seguir as orientações.

4.1.2 Periodicidade de manutenção

A periodicidade com o Sinfratec era definida exclusivamente pela estação, ou seja, em uma periodicidade determinada era feita a verificação de toda a estação. Conforme já mencionado, o foco da manutenção passou de um olhar da estação para cada equipamento individual presente naquele ambiente. Isso abriu espaço para que cada equipamento pudesse ter necessidades quanto a sua periodicidade alteradas de forma independente.

No caso das baterias, o trabalho de monitoramento passou a ser com

periodicidades mensais, bimestrais e quadrimestrais. A escolha de cada periodicidade leva em conta as orientações do fabricante, a criticidade do site, aspectos físicos do ambiente e otimização da mão de obra.

4.1.3 Forma de geração

A criação das OS's (ordens de serviço) com o Sinfratec era feita diretamente pelos técnicos, onde o responsável por cada estação tinha seu controle próprio de quando faria a próxima visita, realizando assim a abertura da OS. Esse modelo trazia uma baixa confiabilidade do serviço executado pois dependia do bom controle e planejamento de cada técnico envolvido na planta.

Com a entrada do Prisma essa geração passou a ser feita de forma automatizada pelo sistema. Após definidos os parâmetros de geração de cada equipamento em cada estação, as OS's passam a ser geradas nas datas corretas sem necessidade de maiores intervenções, tirando a responsabilidade desse controle dos técnicos e passando para o sistema.

No caso das baterias, essa geração independente é importante para que as verificações sempre sejam feitas, independentemente da situação visual em que se encontra o banco, que acabava sendo um fator decisivo para intervenções no sistema do Sintratec.

4.1.4 Volume de ordens de serviço

O volume de manutenções com o Sinfratec era monitorado, porém não tinha uma representatividade importante, visto que o número significava a vistoria do site e não era possível ligar este número a outros indicadores.

Com a implementação do Prisma o volume de ordens de serviço aumentou drasticamente devido ao teor mais específico de sua geração. Uma grande vantagem que pode ser apontada é a previsibilidade da quantidade de serviço por período, tendo uma expectativa do número total de atividades que serão realizadas ao longo do ano.

Se tratando especificamente de bancos de baterias, atualmente a expectativa de quantidade de OS's preventivas por ano é de 8.257, um valor próximo do total de OS's do histórico de 2018 que foi de 9.200 OS's.

4.1.5 Indicadores de manutenção

Com a implementação do Prisma, a obtenção de dados detalhados de todos os equipamentos se tornou mais simples, pois possibilitou a inserção de informações por meio de características técnicas, gerando relatórios e planilhas. Além disso, também existe a possibilidade de medições constantes nos equipamentos. Esse conjunto possibilita trabalhar com indicadores que são peças-chaves para identificar pontos de atenção.

4.1.6 Assertividade de informações

Um ponto problemático que foi identificado no momento de transição do Sinfratec para o Prisma foi a veracidade dos dados existentes no sistema. Empresas de telecomunicação geralmente trabalham em espaços geográficos muito extensos, tendo cada região funcionários específicos para realizar as atividades presenciais.

No sistema Sinfratec todos os cadastros eram realizados através da própria equipe técnica de campo, sem uma linha geral de formato para esse cadastro. Isso gerou ao longo do tempo uma discrepância muito grande com a realidade, como ativos que não eram cadastrados, cadastros incorretos, falta de atualização dos cadastros.

Identificado esse problema, a solução encontrada na implementação no Prisma foi restringir o cadastro de novos equipamentos a uma equipe especializada no sistema, para que seja sempre cumprido um padrão e seja garantido a assertividade das informações. Foi criado então um fluxo de solicitação para cada modificação que deva ser feita no cadastro e, através de evidências fotográficas, essas atualizações são feitas no sistema.

4.2 Tempo gasto em manutenção

Através do acompanhamento das manutenções preventivas realizadas nos bancos de baterias da planta, foi possível levantar o TMA (tempo médio de atendimento) para toda a planta. Com isso, criou-se uma estimativa do esforço técnico gasto, tanto pelo lado da disponibilidade quanto pelo lado financeiro.

O TMA levantado para todas as baterias foi de 25 minutos, podendo variar para mais ou para menos a depender das condições encontradas pelos técnicos e também pelo tamanho do banco instalado. Não é feito o levantamento de custo específico ligado ao TMA, pois as condições de uma empresa de telecom implicam em logísticas

diferentes para cada um dos sites, levando a gastos específicos para cada região atendida.

4.3 Impactos da manutenção na vida útil

Outro ponto interessante que a implementação de um programa de manutenção mais apropriado trouxe foi a possibilidade de identificar baterias que estavam com alto risco de falha. Com isso, uma política já existente foi intensificada, que é a troca de bancos de baterias em um site antes mesmo que apresente defeito.

Para os bancos retirados nessa situação, os dois possíveis cenários eram o reaproveitamento em site de menor criticidade ou mesmo o descarte. Essa ação acaba por dar mais segurança aos sites críticos, diminuindo o risco de falha ao mesmo tempo que contempla sites menos importantes que estavam sem os equipamentos.

4.4 Plano de crise energética 2021

Em meados de junho de 2021 foram apontados por alguns especialistas da empresa a possibilidade de se instaurar uma crise no fornecimento de energia no país até o final do ano. Com essa perspectiva, mesmo que baixa, e com os relatórios fornecidos pelos órgãos oficiais foi dado início a um projeto de contenção de riscos. Este projeto trabalhou intensamente identificando a situação atual da empresa quanto ao fornecimento de energia, mapeando os riscos e agindo para reduzir os possíveis impactos.

Este projeto utilizou extensamente os recursos implementados pelo Prisma e pelo controle de manutenção dos bancos de bateria, sendo peça chave para identificar a autonomia de fornecimento de energia através dos bancos de bateria em cada estação. Isso foi possível por se ter dados atualizados de consumo do site, dados da capacidade dos bancos de baterias instalados e do tempo de uso de cada um deles.

Após realizado o estudo de priorização de verbas, foram feitas as aquisições de 2.760 baterias para atendimento dos sites que apresentavam risco maior que o aceitável.

Embora a necessidade de um tempo maior para confirmação da eficácia da estratégia aqui apresentada, este plano de ação tem se mostrado promissor pela assertividade e controle mais próximos da realidade. As vantagens de se trabalhar com um plano de manutenção bem estabelecido para as baterias tem facilitado a

identificação em massa de problemas e também aumentando a confiança nos indicadores positivos.

5. CONCLUSÃO

Com esse estudo, foi possível evidenciar os principais aspectos que regem a manutenção de bancos de bateria ligados a serviços de telecomunicação bem como alguns dos benefícios de trabalhar com essa manutenção.

Foi mostrado que com a implementação de um PCM pode-se obter uma poderosa ferramenta de análise, identificando práticas e ambientes desfavoráveis aos equipamentos, identificando fornecedores confiáveis e criando uma expectativa acerca da disponibilidade dos negócios. O PCM a longo prazo tem ainda o potencial de revelar cada vez mais informações relevantes e decisivas nas escolhas de quais equipamentos utilizar e como melhorar sua eficiência.

Tudo isso possibilita direcionar os investimentos em infraestrutura de forma muito mais eficiente e assertiva, dando credibilidade a equipe responsável pela manutenção e acima de tudo gerando crescimento consciente para a empresa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anatel. Qualidade dos Serviços. Disponível em: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/dados/qualidade/indicadores-de-qualidade>. Acesso em: 17 junho 2021.
- Anatel. Telefonia Móvel - Municípios atendidos. Disponível em: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/regulado/universalizacao/telefonia-movel>. Acesso em 28 abril de 2020.
- Anatel. Informações. Disponível em: <https://informacoes.anatel.gov.br/paineis/aceessos>. Acesso em: 17 de outubro de 2021.
- ANDREIA. Funcionamento da Pilha de Volta. Disponível em: <http://pilhasbaterias.blogspot.com/2011/08/funcionamento-da-pilha-de-volta.html>. Acesso em 10 de março de 2021.
- BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R.; Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, N° 12, 2000. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>. Acesso em: 13 Jun. 2021.
- CARNEIRO, R. L.; MOLINA, J. H. A.; ANTONIASSI, B.; MAGDALENA, A. G.; PINTO, E.M. Aspectos essenciais das Baterias Chumbo-Ácido e Princípios Físico-Químicos e Termodinâmicos do seu Funcionamento. Rev. Virtual Quim., 2017, 9 (3), p 889-911. Disponível em: <http://rvq.s bq.org.br>. Acesso em: 19 junho 2021.
- Enertec do Brasil Ltda. Manual Técnico - Bateria estacionária. Sorocaba-SP: 2008, 23p.
- FILHO, G. B. A organização, o planejamento e o controle da manutenção. Rio de Janeiro, Editora Ciência Moderna Ltda.; 2008.
- KARASINSKI, C. A.; DIAS, E.S. Guia para aplicação e manutenção de banco de baterias. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curitiba, p. 194. 2003.
- LENZ, A. L. A Eletroquímica do Lítio e sua Aplicação em Baterias de Veículos Elétricos - VEs. Disponível em: <http://automoveiseletricos.blogspot.com/2012/07/>. Acesso em 10 de março de 2021.
- MOREIRA NETO, T. C. A. A história da evolução da gestão do sistema de manutenção. 2017. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/a-historia-da-evolucao-do-sistema-de-gestao-de-manutencao/75650>. Acesso em: 01 jun. 2021.
- MPPTSOLAR. Disponível em: <https://www.mpptsolar.com/pt/baterias-serie-paralelo.html>. Acesso em: 13 junho 2021.
- SANTOS, E. W.; MATSUMOTO, R. S. DIBB – Dimensionador de banco de baterias. TCC (curso de engenharia elétrica) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p. 50. 2010.

Sistemas e tecnologia aplicada. Disponível em: <https://www.sta-eletronica.com.br/artigos/baterias-recarregaveis/baterias-recarregaveis-em-geral/tipos-de-baterias>. Acesso em: 13 junho 2021.

Teleco. Características técnicas e funcionais dos componentes. p3. Disponível em: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialbateria/pagina_3.asp. Acesso em 19 junho 2021.

Teleco. Market Share das Operadoras de Celular no Brasil. Disponível em: https://www.teleco.com.br/4g_brasil.asp. Acesso em 28 abril de 2020.

VIDONHO JÚNIOR, A. A. A Internet como Serviço Público Essencial de Consumo. Revista Jus Navigandi, ISSN 1518-4862, Teresina, ano 7, n. 55, 1 mar. 2002. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/2800>. Acesso em: 17 jun. 2021.

WIRTH, A. Eletricidade e Eletrônica Básica. Rio de Janeiro: Alta books, 4º ed, 2013.

7. ANEXOS

Anexo A - Acessos à banda larga fixa 2016.



Fonte: (Informações Anatel, 2021)

Anexo B - Acessos à banda larga fixa 2021.



Fonte: (Informações Anatel, 2021)