



---

## SUMÁRIO

### **13438 - MODELOS E LEGISLAÇÃO PARA MICRO, MINI E PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS**

Daniele Luciano Rodrigues, Berto Varmeling, Claiton Uliano, Josué Alberton, Mario Sérgio Bortolatto, Pedro Cechinel Junior<sup>1</sup>.....

### **14385 - ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA TROCA DA ILUMINAÇÃO ATUAL DE UMA EMPRESA METALÚRGICA PARA O DIODO EMISSOR DE LUZ (LED)**

Juliana Giordani<sup>1</sup>, Josué Alberton<sup>1</sup>, Julia Alberton<sup>2</sup>, Mario Sérgio Bortolatto<sup>1</sup>.....



## Trabalho Completo de Pesquisa

### 13438 - MODELOS E LEGISLAÇÃO PARA MICRO, MINI E PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS

**Daniele Luciano Rodrigues, Berto Varmeling, Claiton Uliano, Josué Alberton, Mario Sérgio Bortolatto, Pedro Cechinel Junior<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Centro Universitário Barriga Verde. Rua Pe. João Leonir Dall'Alba, s/n, Murialdo, 88870000, Orleans, SC - Brasil

**Resumo:** A autoprodução de energia elétrica proveniente de mini, micro e pequenas hidrelétricas é uma alternativa para redução do custo nas atividades domésticas ou industriais, aproveitando o potencial hídrico de determinada região. Este trabalho tem como objetivo apresentar a revisão bibliográfica do estudo da arte dos modelos de geração hídrica e a legislação pertinente ao tema, bem como os incentivos das agências reguladoras e governamentais para micro, mini e pequena geração. Na metodologia do trabalho foi utilizada a pesquisa bibliográfica e o método qualitativo. As pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) são empreendimentos de exploração de recursos hídricos para geração de energia elétrica, onde são instaladas turbinas acopladas a geradores de eletricidade, impulsionadas pelo fluxo d'água resultante de um desnível provocado por uma barragem num curso d'água. Os principais modelos de turbinas utilizadas para geração são as turbinas Peltron, Francis, Kaplan, Bulbo e Michel-Banki. A legislação brasileira para as PCHs vem sofrendo alterações nos últimos anos para maior aproveitamento dos recursos hídricos. Incentivos federais foram lançados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) para aumentar a capacidade instalada de energia elétrica e suprir a demanda do país. O estado catarinense também lançou incentivos para a geração de energia limpa por meio do programa SC+Energia, onde um dos incentivos é a isenção do ICMS até o ano de 2021 para maiores oportunidades de ampliações ou implantações de novas usinas industriais. Sugere-se que os próximos trabalhos tenham como proposta implantar um dos modelos de PCHs em um dos rios da nossa região.

**Palavras-chave:** Autoprodução. Incentivos. Legislação. Modelos. Pequenas centrais hidrelétricas.

## INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um bem indispensável às famílias e empresas modernas, uma vez que se utilizam das facilidades da tecnologia, seja no acondicionamento de comida, um banho quente no inverno, sistema de ar condicionado, ou seja, comodidade ao alcance das mãos. Essas atividades simples são possíveis porque a energia elétrica chega até nossas casas. Às empresas, a energia elétrica é indispensável no processo de produção, acelerando etapas, contribuindo, por exemplo, para o aumento da produtividade. Comércio, supermercados, bancos e uma infinidade de outras atividades



necessitam de energia para funcionar. A eletricidade se tornou a principal fonte de luz, calor e força utilizada no mundo moderno. Também se pode citar que os grandes avanços tecnológicos que a humanidade alcançou tais como a criação de robôs industriais, vigilância eletrônica, ressonância magnética, entre outros se devem à energia elétrica. O atual contexto elétrico brasileiro é preocupante, basta observar o aumento gradativo e acelerado do custo, implicando no aumento do custo de vida das famílias e custos elevados para os setores produtivos.

Segundo Matello (2015) o custo de produção de eletricidade no Brasil vem aumentando principalmente desde final de 2012, com a queda acentuada no armazenamento de água nos reservatórios das principais hidrelétricas do país.

O portal de notícias ZH Economia (2015) afirma que o custo da energia elétrica acumulou inflação de 60,42% no período de 12 meses, segundo dados de março de 2015 do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ao mesmo tempo, a inflação oficial, medida pelo IPCA, ficou em 8,13%.

Segundo a Companhia de Energia Elétrica do Brasil – CEMIG, no Brasil, está concentrada uma das maiores reservas de água doce do mundo. As águas superficiais geradas em seu território representam cerca de 50% do total dos recursos da América do Sul e 11% dos recursos mundiais, demonstrando por meio da existência de diversos rios utilizados para geração de energia.

Em 2007, a energia hidrelétrica era responsável por mais de 90% da energia elétrica produzida no país (DOS REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2012).

Já a região sul mais especificamente, é premiada repleta de pequenos rios que poderiam ser utilizados para geração de energia elétrica para consumo próprio. Neto (2014) identificou em pesquisa que o somente no município de Orleans/SC, possui no seu território dez rios permanentes com potencial de geração. No mesmo estudo foram identificados potenciais consumidores que moram ou desenvolvem atividades produtivas que necessitam de eletricidade em um número de 633 pontos consumidores, considerando somente aqueles que se encontram até 150 metros de distância do rio que pode ser utilizado como fonte geradora. A utilização desta metodologia de distância entre o ponto de geração e o ponto de consumo atende a bibliografia referente a este modelo.

De acordo com Farret (2014), pequeno aproveitamento elétrico é toda forma de utilização de qualquer uma das várias fontes de energia encontradas na natureza e que



são passíveis de serem economicamente convertidas em energia elétrica até um limite legal de 30 MW no Brasil e, de 5MW em outros países. A distinção das microcentrais em relação às demais se deve ao fato de que os envoltórios, tanto legais quanto comerciais e técnicos, para geração de diminuta quantidade de energia, podem ser bastante simples se comparados com as instalações para geração de mini, pequeno e grande portes.

Para Farret (2010), a rápida evolução mundial da tecnologia de produção de energia elétrica tem ocasionado modificações constantes na legislação mundial sobre os pequenos aproveitamentos elétricos e, em particular, na legislação brasileira, que tem se modificado muito nos últimos anos.

Pizzol (2011) afirma que o crescimento econômico de um país sempre foi relacionado à energia. Muitos países, assim como o Brasil, vêm tentando tornar sua matriz elétrica mais limpa utilizando fontes alternativas de energia. Desde o ano de 1950, o Brasil vem investindo e realizando muitos estudos baseados na energia hidráulica devido à grande riqueza de recursos hídricos existentes no país.

Segundo balanço realizado pela ExxonMobil (2014), o aumento da demanda energética mundial de 2010 a 2040 será de aproximadamente 35%, o que implicará a necessidade de aumentar a oferta de energia, ampliando ou instalando novas usinas, fato que realça a importância do estudo.

Com base em estudos já realizados que comprovam a existência de um potencial de geração de eletricidade, driblando a eminente crise brasileira, o trabalho teve como objetivo apresentar a revisão bibliográfica do estudo da arte dos modelos de geração hídrica e a legislação pertinente ao tema, bem como os incentivos das agências reguladoras e governamentais para micro, mini e pequena geração.

## **METODOLOGIA**

O presente estudo aborda uma pesquisa de natureza básica, visando à geração de conhecimento, uma vez que o objetivo do estudo é descrever a legislação e os modelos de geração hídrica para micro, mini e pequenas centrais hidrelétricas.

Quanto ao procedimento, este trabalho constitui-se de pesquisa bibliográfica, que, segundo Gil (2008), é desenvolvida através de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Com relação aos objetivos, essa pesquisa



pode ser considerada exploratória, devido ao fato de envolver levantamento bibliográfico, tornando necessário esclarecimento e delimitação do tema escolhido, o que exige revisão de literatura, discussão com pessoas e órgãos especializados e outros procedimentos (Gil, 2008).

As fontes pesquisadas foram legislações, dissertações, teses, sites, relatórios, jornais, revistas, procedimentos técnicos e trabalhos de conclusão de curso, todos em meio eletrônico, fazendo uso de base de dados tais como o banco de teses da CAPES, através da palavra-chave: “pequenas centrais hidrelétricas” busca em todos os campos, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), com a palavra-chave “fonte renovável”, busca em todos os campos e livros.

O critério para inclusão de informações tem-se pelo emprego da língua Portuguesa e relevância do material pesquisado com o trabalho a ser elaborado.

Aplica-se o método qualitativo na pesquisa de modo a empregar métodos de coleta, onde primeiramente é feito a pesquisa e armazenamento de informações, e em seguida, realiza-se a análise e interpretação dos dados coletados (CRESWELL, 2010).

Após a coleta de dados foi realizada uma análise prévia para selecionar os materiais a serem estudados, que constitui numa leitura flutuante e preparação para análise, seguidos da exploração desses materiais, como codificação e classificação. Após a exploração do material, os dados foram interpretados e associados (GIL, 1999).

Os materiais foram selecionados de forma a enriquecer o trabalho, com informações de diferenciados meios e autores, além disso, buscou-se o emprego de um vocabulário incompleto para que, o leitor tenha facilidade de entender os assuntos abordados no trabalho durante a leitura.

## **Classificação das centrais hidrelétricas**

As pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) são empreendimentos de exploração de recursos hídricos para geração de energia elétrica, onde são instaladas turbinas acopladas a geradores de eletricidade, impulsionadas pelo fluxo d’água resultante de um desnível provocado por uma barragem num curso d’água (figura 1).

Existem dois tipos de PCHs:

PCH de acumulação - empregadas para regularizar vazões de água necessárias para a produção de energia elétrica. Neste caso é necessária a construção

de uma barragem para acumular água no período de baixo consumo elétrico para utilizar nas horas de alta demanda;

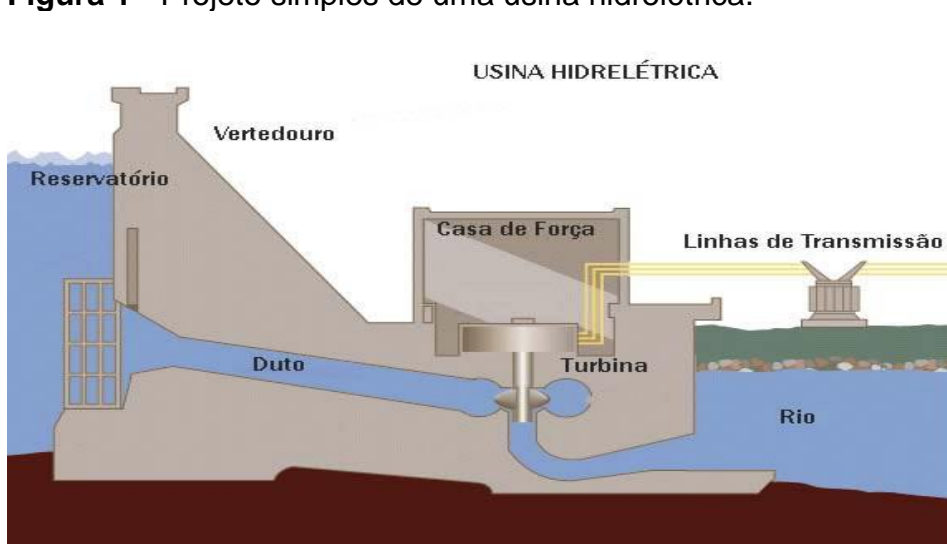
PCH a fio d'água – onde a vazão não é regularizada por meio de acumulação. As PCHs a fio de água são construídas ao longo dos rios ou riachos. Este tipo de PCH não altera o curso do rio, porém sua vazão mínima deve ser igual ou maior do que a potência das turbinas (POLIZEL, 2007).

As PCHs podem ser ainda classificadas quanto à potência instalada.

A nomenclatura vigente no Brasil classifica como microcentrais as que podem gerar energia elétrica até 100 kW; as de miniporte são as centrais de geração entre 100 kW e 1.000 kW; as de pequeno porte estão entre 1.000 kW e 30.000 kW; e as de grande porte são as maiores que 30.000 kW (FARRET, 2014, p. 15).

Mini, pequenas e grandes centrais caracterizam-se pelos seus fins comerciais e, geralmente atendem vários consumidores. Como abastecem um grande número de pessoas, elas devem seguir normas legais complexas. As microcentrais por sua vez, são praticamente livres de normas legais. Por tratar-se de geração em escala muito reduzida, suas instalações permitem investimentos gradativos, além de apresentarem perdas e custos de transmissão e distribuição reduzidos (FARRET, 2014).

**Figura 1** - Projeto simples de uma usina hidrelétrica.



Fonte: Almeida, (2015).

### Equipamentos para geração hídrica

Quanto a equipamentos para geração de energia hídrica, tem-se por rodas d'



água ou turbinas hidráulicas. As rodas d'água são consideradas máquinas primitivas e simples. Seu acionamento dá-se por água em movimento tangencial à roda. O empuxo da água sobre as pás desenvolve um torque no seu eixo, fazendo a roda girar. Devido às perdas por atrito, turbilhonamento e não preenchimento correto dos alcatruzes (vasos fixados em torno da roda), tais máquinas funcionam com velocidades angulares baixas e possuem baixo rendimento (FARRET, 2014).

A mais comum delas é chamada roda de alcatruzes ou cubas de cima, esta é constituída por vasos fixos em torno de uma roda que se enchem de água pela parte superior da roda. A água chega até a roda por um tubo de PVC rígido ou calha de madeira, alvenaria ou chapas de aço (FARRET, 2010).

Segundo Pereira; de Melo (2008), a calha ou bica deve ficar de 5 a 10 cm acima da roda. Os diâmetros de tubo para acionar as rodas são descritos na tabela 1.

Outro modelo é a roda de alcatruzes de culissa, onde a água escoar por um bocal localizado tangencialmente à roda, fazendo com que o empuxo da água sobre as pás desenvolva um torque no eixo da roda, fazendo com que ela gire. As rodas de alcatruzes ou cubas de cima e de culissa podem apresentar-se com pás curvas ou retas. As rodas de baixo, onde a água impulsiona a roda passando por baixo, Pereira; de Melo (2008), opinam que esta é utilizada quando a queda do terreno é insuficiente para fazer o acionamento da roda por cima. Estas podem ser montadas sobre flutuadores e instaladas na corrente da água (FARRET, 2014).

**Tabela 1** - Diâmetro do tubo para acionamento da roda d'água.

Vazão (L/s)	Diâmetro (pol.)
Até 2	2
2 a 4	3
4 a 8	4
8 a 15	6
15 a 30	8
30 a 50	10
50 a 70	12

**Fonte:** Pereira; de Melo, (2008).

Hacker, afirma que as rodas d'água são extremamente simples e fáceis de construir, podem ser aplicadas em quedas de até 6 metros. Porém, a baixa potência fez com que as rodas d'água fossem cada vez menos utilizadas, a medida em que avançava



a tecnologia da Revolução Industrial.

Para Gomes (2010), basicamente existem dois tipos de turbinas Hidráulicas, as de ação, onde a energia hidráulica disponível se transforma em energia cinética para, depois transformar-se em mecânica depois de incidir nas pás do rotor do equipamento, com pressão atmosférica. Outro tipo é a turbina hidráulica de reação, nela o rotor fica completamente submerso na água, ocorrendo uma diminuição de pressão e de velocidade entre a entrada e a saída do rotor com o escoamento da água.

Filho (2015), define turbina hidráulica como:

Turbinas hidráulicas são motores que convertem energia hidráulica (fluxo de água), energia cinética em energia mecânica (velocidade de rotação e torque). Essa energia mecânica é usada para ativar geradores elétricos, e estes produzem energia elétrica (FILHO, 2015, p.3).

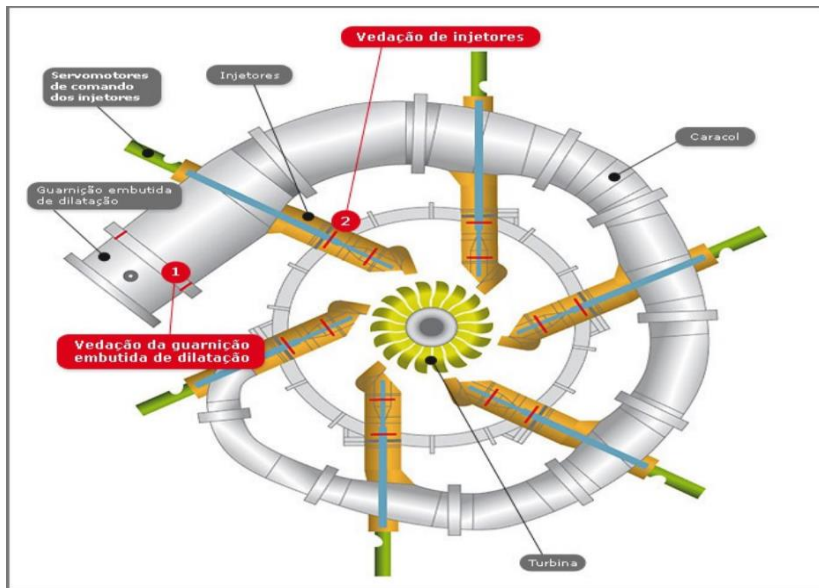
Os tipos de turbinas mais utilizados para geração hídrica são Peltron, Francis, Kaplan, turbina tipo Bulbo e Michell-Banki.

### **Turbina Peltron (TP)**

O rotor da turbina é acionado devido ao fluxo d'água lançado contra as pás através de injetores. Em turbinas Peltron (figura 2), a queda total de pressão da água ocorre no injetor, não havendo queda de pressão quando o jato d'água entra em contato com as pás. Toda a energia de entrada cedida ao eixo dá-se à energia cinética de água, que é transformada no trabalho mecânico de acionar o eixo. A velocidade da água torna-se zero após incidir sobre as pás da turbina (COSTA, 2003).

Existe um rotor ao centro cercado por bocais e o jato oriundo desses injetores que movimenta o rotor. Cada bocal é controlado por um servo motor com uma válvula na forma de agulha que controla a vazão dos jatos no rotor. Existem até seis bocais, e dependendo da potência desejada podem-se acionar os seis ou menos, inclusive controlando as vazões dos mesmos. Os bocais são igualmente espaçados em volta do rotor e podem variar, sendo o normal de dois a seis (FILHO, 2015).

**Figura 2** - Turbina Peltron.



Fonte: Filho, (2015).

Farret (2014) considera uma turbina de ação de fluxo livre, e Costa (2003) afirma que é geralmente utilizada em usinas com altura d'água maior do que 250m, embora seja utilizada também para alturas menores.

Segundo a Alterima o rotor Pelton é utilizado em usinas hidroelétricas com três características: alta queda, baixa queda e baixa vazão. Instaladas em rios de baixa vazão, obtém-se a força necessária para geração de energia devido a altura de queda da água. O rotor Pelton, também chamado de roda Pelton, é o que mais se assemelha às antigas rodas d'água.

Júnior (2013) afirma que este tipo de turbina é de fácil fabricação, instalação e regulagem simples.

No Brasil há várias centrais hidrelétricas, principalmente pequenas centrais utilizando esse tipo de turbina. Porém em comparação com os tipos Francis e Kaplan a utilização das turbinas Pelton no país é bastante reduzida, isso se deve ao fato de seu grande aproveitamento ser em altas quedas, e a topografia brasileira não oferece este ideal em abundância (FILHO, 2015).

## Turbina Francis

Gomes (2010) afirma que a Turbina Francis (figura 3) é uma turbina de reação, caracterizada por uma roda formada por uma coroa de aletas fixas, que formam uma série

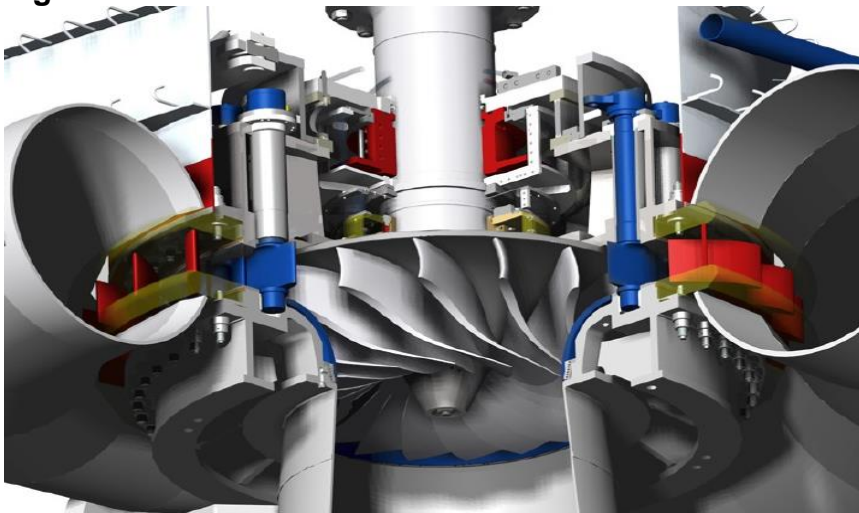
de canais hidráulicos para receber a água. Essas turbinas são indicadas para quedas úteis entre 15 e 250 m, para potência de 500 a 15000 KW.

Segundo a Voith, as turbinas Francis são utilizadas principalmente em quedas médias, de até 600 m, e vazões elevadas. Suas características hidráulicas especiais permitem a fabricação de unidades compactas de alta velocidade, até as potências mais elevadas.

As turbinas Francis, relativamente às Pelton, têm um rendimento máximo mais elevado, velocidades maiores e menores dimensões (COSTA, 2003).

Para valores de velocidade moderados específica da turbina, a Francis é o tipo preferido e são mais frequentemente utilizadas entre as turbinas Pelton e Kaplan (HODGE, 2011).

**Figura 3 - Turbina Francis.**



Fonte: Filho, (2015)

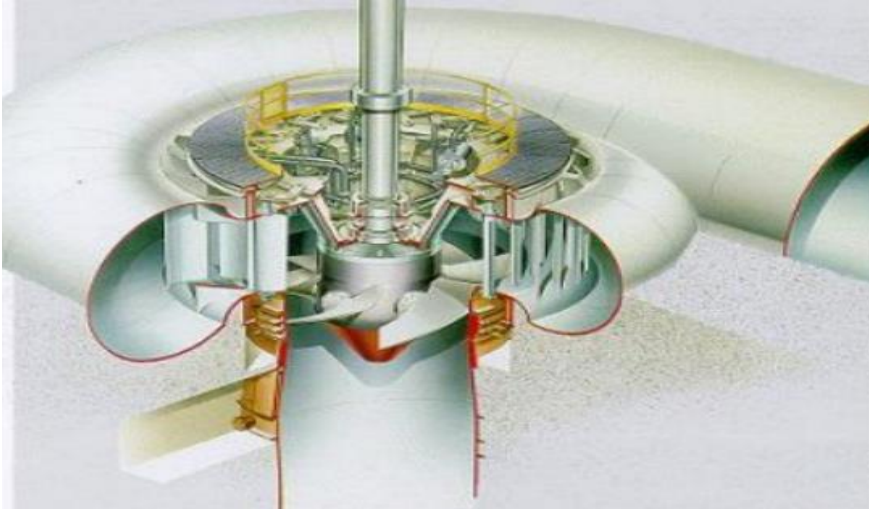
### **Turbina Kaplan**

Segundo Costa (2003) a turbina Kaplan (figura 4) é uma turbina de reação, devido ao fato de utilizar uma combinação de pressão e velocidade da água para acionar o eixo.

Para Gomes (2010) turbinas Kaplan e hélice são adaptáveis à grandes vazões e baixas quedas. São construídas por uma câmara de entrada, por um distribuidor e por uma roda com quatro ou cinco pás em forma de hélice. Quando essas hélices são fixas, chama-se a turbina do tipo hélice, se as pás são móveis diz-se que a turbina é do tipo

Kaplan.

**Figura 4 - Turbina Kaplan.**



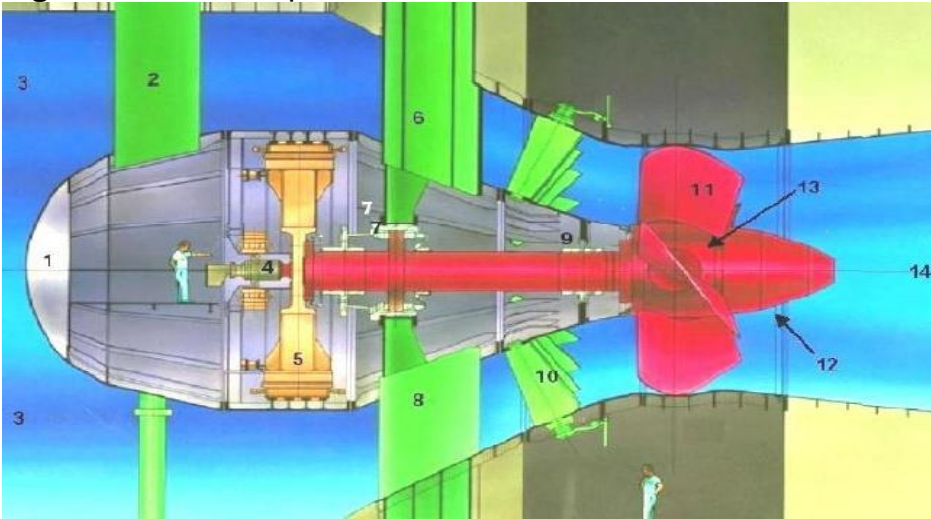
**Fonte:** Filho, (2015).

Além de ter o custo menor, se comparadas aos tipos convencionais de turbinas para baixa queda, essa turbina tem a vantagem de manter todos os seus equipamentos eletromecânicos fora da água, facilitando a inspeção e manutenção, além de segurança em caso de cheia. A turbina Kaplan está relacionada a baixas quedas ou a fio de água, portanto sua instalação não requer reservatório de água ou obras civis de destaque e o impacto ao meio ambiente pode ser considerado desprezível (FARRET, 2014). Segundo Hodge (2011), a turbina Kaplan é o terceiro tipo de dispositivo usado com frequência nas aplicações hidrelétricas. Filho (2015) afirma que estas turbinas são recomendadas para quedas fracas, de até 60 metros e rotações específicas acima de 350 rpm.

### **Turbina tipo Bulbo**

A turbina bulbo (figura 5) apresenta-se como uma solução compacta da turbina Kaplan, podendo ser utilizada tanto para pequenos quanto para grandes aproveitamentos. O rotor possui pás orientáveis como as turbinas Kaplan, caracterizando-se por ter o gerador montado na mesma linha da turbina em posição quase horizontal e coberto por um casulo que o protege do fluxo normal da água, além disso, esta turbina é empregada na maioria das vezes para aproveitamentos de baixa queda e quase sempre a fio d'água (FILHO, 2015).

**Figura 5** - Turbina tipo Bulbo.



**Fonte:** Real, et al., (2013).

A turbina Bulbo é uma turbina de reação do tipo Kaplan, utilizada para as quedas mais baixas. Elas praticamente substituem as turbinas Kaplan para quedas inferiores a 25m, além disso, como vantagens da turbina bulbo, nota-se a necessidade de um tempo de construção da usina 25% menor do que uma equivalente Kaplan, o que reduz o custo de mão de obra e encargos e menor área de represamento, isto representa um custo menor de desapropriação e indenização, com perda menor de áreas férteis e um impacto ambiental reduzido (REAL et al., 2013).

### **Turbina Michell-Banki (TMB)**

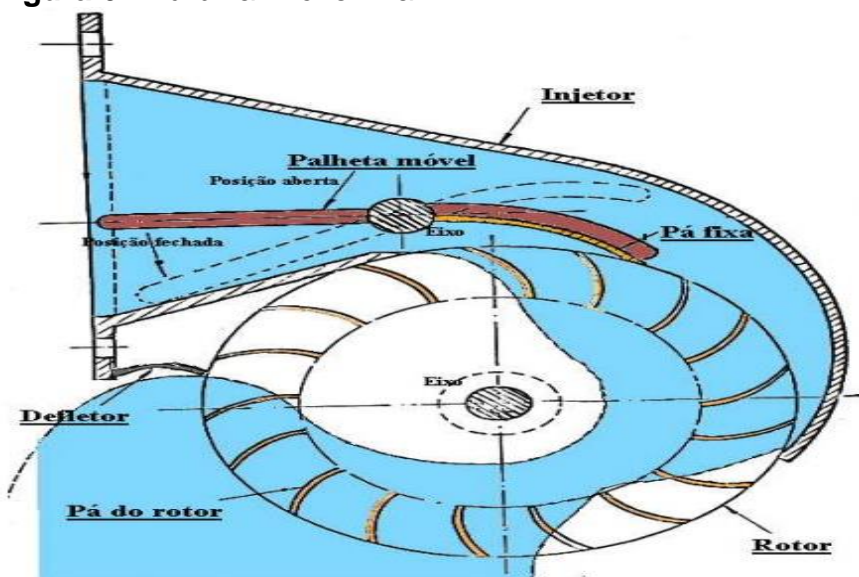
Farret (2014), afirma que a TMB (figura 6) é uma turbina de ação, e atualmente podem atingir potências de até 800kW. Sua vazão varia de 25 a 700L/s, com alturas de queda da ordem de 1 a 200m. Pode ser instalada com uma saída livre de água ou com um tubo de sucção.

Segundo a Betta Hidroturbinas, a TBM é formada por um rotor tipo tambor dotada de pás estampadas em forma de lâminas e um perfil hidráulico que regula a vazão. As pás do rotor são impulsionadas pelo fluxo de água. Esse tipo de turbina é indicado para aproveitamentos hidráulicos com menores quedas e maiores volume de água, situação que geralmente ocorre em regiões mais planas.

Comparada com os demais tipos de turbina, a TMB tem a vantagem de operar

com apenas um ou dois terços de sua capacidade (com vazões baixas ou médias), ou com toda a capacidade devido a sua construção multicelular, isto é, apresenta a divisão do rotor em células (segmentos longitudinais do rotor), fazendo com que qualquer vazão da água seja aproveitável com ótimo rendimento. Além dessa vantagem a TBM possui uma rápida montagem do conjunto de máquinas, reduzida exigência de obras civis e fácil acesso a todos os itens do equipamento durante o processo de manutenção (FARRET, 2010).

**Figura 6** - Turbina Michell-Banki.



**Fonte:** Júnior, (2000).

A turbina deve ser selecionada para atender a uma determinada queda e vazão, que dependem das características locais onde a usina será instalada. A seleção depende ainda do número de rotações por minuto do gerador elétrico que a turbina irá acionar. Em muitos casos é possível optar por mais de uma turbina. Esse fato deve-se à ampla gama de turbinas que podem ser inseridas em um espectro muito grande de aplicações. É necessário considerar fatores como o custo do gerador, risco de cavitação, manutenção, custo de construção civil, operação, entre outros fatores (FILHO, 2015).

### **Legislação pertinente às pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) no panorama do setor elétrico**

Segundo a Eletrobrás, o conjunto de leis considerado de grande importância,



no panorama do Setor Elétrico de hoje, está relacionado a seguir:

- É autorizada a formação de consórcios para geração de energia elétrica para Autoprodução. É assegurada a formação de consórcios entre os concessionários de Serviço Público, e entre esses e os Autoprodutores de energia elétrica para exploração de aproveitamentos hidrelétricos (Decreto-Lei n. 915, de 06.09.93);

- É regulada a participação de concessionário ao serviço público de energia em aproveitamento hidrelétrico de outro concessionário (Decreto n. 1.348, de 28.12.94);

- A concessão de serviço público é concedida mediante licitação, na modalidade de concorrência, à pessoa jurídica ou consórcio de empresas que demonstre capacidade para seu desempenho, por sua conta e risco e por prazo determinado (Lei n. 8.987, de 13.02.95);

- As concessões de geração de energia elétrica terão prazo necessário a amortização dos investimentos, limitado a 35 anos, contado da data de assinatura do contrato, podendo ser prorrogado no máximo por igual período; são estabelecidos procedimentos para prorrogações das concessões dos serviços públicos de energia elétrica (Decreto n. 1.717, de 24.11.95);

- A produção de energia elétrica por produtor independente e por autoprodutor é regulamentada (Decreto n. 2.003, de 10.09.96);

Define-se Produtor Independente de Energia Elétrica, a pessoa jurídica ou empresas reunidas em consórcio que adquirem concessão ou autorização para fabricar energia elétrica destinada ao comércio de toda ou parte da energia produzida, por sua conta e risco.

O autoprodutor de energia elétrica é a pessoa física ou jurídica ou empresas reunidas em consórcio que recebam concessão ou autorização para gerar energia elétrica destinada ao seu uso exclusivo.

O produtor independente e o autoprodutor terão assegurados o livre acesso aos sistemas de transmissão e de distribuição de concessionários e permissionários de serviço público de energia elétrica, mediante o ressarcimento do custo de transporte envolvido.

O Decreto n. 2.003 ainda estabelece que a comercialização da energia produzida por Produtor Independente poderá ser feita com: concessionários ou permissionários de Serviço Público de Energia Elétrica, novos consumidores com carga



igual ou superior a 3 MW atendidos em qualquer tensão, consumidores já existentes, respeitados os prazos dos contratos vigentes; consumidores de energia elétrica integrantes de complexo industrial ou comercial, aos quais forneça vapor ou outro insumo oriundo de processo de cogeração; conjunto de consumidores de energia elétrica, independentemente de tensão ou carga, nas condições previamente ajustadas com o concessionário local de distribuição ou qualquer consumidor que demonstre ao Poder Concedente não ter o concessionário local lhe assegurado o contado da respectiva solicitação.

– A Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, prevista na lei 9427/96 representa o marco legal e regulatório do setor elétrico, disciplinando o regime de concessões de serviços públicos de energia elétrica;

– Ainda, informa sobre a sua finalidade, atribuições, competências, receitas, regime econômico e financeiro e da descentralização da atividade.

– Ante, a crescente escassez de água no mundo para o consumo humano, devido a grandes problemas de poluição dos recursos hídricos, o Brasil institui a Política Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências, regulamentada pela lei 9433/97;

A referida lei regulamenta seus fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos, na qual, implementa um sistema de gestão integrada adequada com as diversidades de cada região.

– Lei nº 9.648, de 27.05.98, Altera dispositivos das Leis n. 3.890-A, de 25.04.61, 8.666, de 21.06.93, 8.987, de 13.02.95, 9.074, de 07.07.95 e 9.427, de 26.12.96;

As PCHs de potência superior a 1 MW e inferior a 30 MW, destinadas a Produção Independente ou Autoprodução poderão comercializar energia elétrica com consumidores se a carga for maior ou igual a 500 kW;

Estas mesmas PCHs contam ainda com redução mínima de 50%, para as tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e distribuição. As novas PCHs estão também isentas do pagamento da compensação financeira, aos Estados e Municípios, pelo uso dos recursos hídricos. No caso de sistemas isolados elas contam com a possibilidade de usar os recursos da Conta de Consumos de Combustíveis (CCC), quando promoverem a substituição da geração termelétrica que utiliza derivados de



petróleo.

A Lei 9.648 e as Resoluções ANEEL 393, 394 e 395 definem, ainda, restrições e/ou facilidades em termos de condições determinadas para concessão, permissão ou autorização de exploração, em função da natureza do empreendimento e da faixa de potência.

– ANEEL Resolução n. 393, de 04.12.98, estabelece os procedimentos gerais para registro e aprovação dos estudos de inventário hidrelétrico de bacias hidrográficas;

Entre os procedimentos gerais, cabe destacar, que a ANEEL publicará anualmente o “Relatório do Potencial Hidrelétrico de Inventários Propostos para o Biênio”.

A realização dos estudos de inventário hidrelétrico deverá obedecer a suas diretrizes, que divulgará, periodicamente, a relação dos registros ativos, assim como dos estudos de inventário aprovados e em execução. Após o registro, informará ao interessado os prazos para apresentação dos relatórios, compatíveis com a complexidade da bacia hidrográfica.

Ademais, compete a ANEEL definir o aproveitamento ótimo, organizar e manter atualizadas as informações relativas ao aproveitamento de potenciais hidráulicos.

– ANEEL, pela resolução n. 394 de 04.12.98, estabelece os critérios para o enquadramento de empreendimentos hidrelétricos na condição de pequenas centrais hidrelétricas (PCH);

As PCHs são caracterizadas por seus limites, limites esses, em que sua potência pode ser superior a 1.000 kW e igual ou inferior a 30. 000 kW, e a área total do seu reservatório igual ou inferior a 3,0 Km<sup>2</sup> que é delimitada pela cheia centenária.

– ANEEL Resolução n. 395, de 04.12.98 estabelece os procedimentos gerais para registro e aprovação de estudos de viabilidade e projeto básico de empreendimentos de geração hidrelétrica, assim como da autorização para exploração de centrais hidrelétricas até 30 MW e dá outras providências.

Farret (2014), afirma que antes de investir em geração de energia elétrica, é aconselhável consultar a ANEEL, pois podem ocorrer modificações na legislação, pois ela parece, ainda, bastante complexa e variável até esta data.

## **Incentivos federais para geração**



Visando aumentar a capacidade instalada de energia elétrica para suprir a demanda no país, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) está incentivando o consumidor a investir em autogeração de energia.

A ANEEL quer estimular os consumidores residenciais a investirem em projetos de autogeração de energia.

Os consumidores dos Estados que já aderiram ao convênio e que quiserem investir em projetos de autogeração de energia irão pagar ICMS apenas uma vez. Como por exemplo, uma família que consome 200 kilowatt-hora de energia por mês e que consiga produzir 120 kWh pagará ICMS apenas sobre a diferença entre o volume gerado e o consumido, ou seja, 80 kWh. Além disso, o órgão regulador vai consultar os Ministérios da Fazenda e de Planejamento para verificar a possibilidade de acabar com a bitributação de PIS/COFINS sobre a energia gerada e consumida, afirma o relator do processo, diretor Tiago de Barros Correia.

A ANEEL propõe que sejam aceitos projetos de microgeração com potência de 1KW a 75KW e de mini geração de 75 kW a 5 MW – exceto para pequenas centrais hidrelétricas (PCHs, cujo limite será de 3 MW). Também poderão aderir condomínios residenciais e comerciais, como shoppings centers. A energia gerada terá o mesmo preço da energia consumida para todos os clientes e serão aceitos projetos de fontes renováveis e de cogeração.

A ANEEL espera que o tempo para conexão dos projetos na rede caia de 164 dias para 46 dias com a simplificação dos processos (O ESTADO DE SÃO PAULO, 2015).

### **Incentivos do estado de Santa Catarina para geração**

Visando combater a crise econômica, aproveitar o potencial catarinense de geração de energia e manter-se progredindo, o Governo do Estado de Santa Catarina por meio da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS), lançou o SC + Energia - Programa Catarinense de Energias Limpas, com o objetivo de impulsionar a atividade econômica do setor, gerando riqueza e mais empregos, ampliando o desenvolvimento e a eficiência energética de Santa Catarina.

O SC + Energia, que é coordenado pela SDS, reúne diversos órgãos e entidades do governo estadual. O objetivo é fortalecer principalmente as energias



consideradas limpas e renováveis, como pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs), Eólica, Solar e Biomassa. “São atividades de baixo impacto ambiental, menor que as fontes de energia com origem nos combustíveis fósseis. Os projetos previstos podem gerar mais de 1 GWh (gigawatt-hora), o que exigirá investimentos bilionários”, afirma o secretário da SDS, Carlos Chiodini.

Um dos incentivos se dá ao fato da Fazenda prorrogar para até 2021 a isenção de ICMS para a cadeia produtiva do setor energético, proporcionando condições atrativas para investimentos em ampliações ou implantações de novas unidades industriais. A desoneração vale para as operações com equipamentos e bens relacionados à produção de energia eólica e solar. Para as PCHs, serão concedidos benefícios fiscais por meio dos programas Pró-Emprego e Programa de Desenvolvimento da Empresa Catarinense (Prodec).

O Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul com o programa BRDE Energia oferecerá crédito para projetos de eficiência energética e energias renováveis e serão alocados mais de R\$ 60 milhões de recursos próprios para projetos nos três Estados do Sul.

A microgeração de energia, especialmente solar, será financiada pela Agência de Fomento do Estado de Santa Catarina (Badesc) por linhas de crédito criadas pela instituição.

A Celesc (Centrais Elétricas de Santa Catarina) vai lançar chamada pública para a geração distribuída e comprar a energia das fontes do programa. A Celesc Geração irá aderir com contratos de compra de energia ou participando dos empreendimentos de geração. A Celesc Distribuidora também destinará mais de R\$ 30 milhões, nos próximos três anos, para a eficiência energética que serão aplicados no desenvolvimento de projetos em fontes renováveis do programa SC + Energia. Outro papel importante é possibilitar a conexão à rede de distribuição e dar celeridade ao exame dos pedidos de conexão para os empreendimentos.

Já no que diz respeito ao licenciamento ambiental, a Fundação do Meio Ambiente - FATMA irá chamar 28 aprovados no seu último concurso, liberando uma equipe de nove profissionais técnicos experientes para atender toda a demanda de licença e dar agilidade legal ao processo.

O Estado possui 68 projetos de PCHs já com licença para instalação (LAI) e 40 à espera dessa licença. Há, ainda, 130 projetos de PCHs, 96 empreendimentos com



licença de operação emitida (LAO) e 17 unidades, entre eólicas e fotovoltaicas, requerendo licença ambiental prévia (LAP).

Cada Instituição terá sua participação no SC + Energia, as empresas interessadas em participar do programa terão que se inscrever no Grupo Permanente de Energia da SDS, que envolve diversas entidades do Governo e da iniciativa privada. Através de uma chamada pública, o empreendimento será avaliado por este comitê e, sendo aprovado, ele ingressa no programa (Secretaria De Estado Do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS; 2015).

### **Impacto das pequenas centrais hidrelétricas sobre o meio ambiente**

Qualquer forma de geração de energia elétrica requer mudanças substanciais no local de instalações, neste sentido, deve-se sempre associar a produção de energia elétrica ao meio ambiente, estando atento aos impactos que uma usina pode causar. Existe a modificação do local de instalação além do transporte de energia e a distribuição para os devidos pontos de consumo, o que pode ser prejudicial ao meio ambiente. Em geral, os principais reflexos da produção de energia elétrica são: inundação de áreas, desmatamento, devastação da fauna e da flora regional, impactos social e cultural, deslocamento de populações, ruídos, aspectos visuais (barragens, tubulação, fiação e outros), perigos de alta tensão, além disso, as pequenas centrais hidrelétricas afetam o clima com emissão de gases naturais e distribuição de umidade. Tais modificações ocorrem devido ao resultado do apodrecimento e fermentação da vegetação que ficou submersa na área do alagamento (FARRET, 2014).

As fontes alternativas apresentam impactos ambientais significativamente menores que as convencionais e devem ser consideradas no planejamento de uma região como forma sustentável de fabricação de energia elétrica, e muitas vezes o único meio de eletrificar áreas rurais ou comunidades isoladas (DOS REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2012). Além disso, Farret (2014) afirma que apesar de a pequena central hidrelétrica ser o pequeno aproveitamento que pode causar maiores alterações sobre o meio ambiente, trata-se de uma energia não poluente e renovável que pode substituir os combustíveis derivados do petróleo, pode ser integrada em projetos de irrigação e de abastecimento de água e representa tecnologia comprovada.



## Conclusão

A grande quantidade de rios utilizados como fonte de geração de energia elétrica no Brasil está associada às instalações complexas, como a construção de barragens. Entretanto, o aumento do consumo está superando a capacidade instalada de geração. O aproveitamento de pequenos rios com estrutura simplificada de geração poderá se tornar uma alternativa a ser explorado em um futuro próximo, para enfrentar, ou até mesmo complementar o sistema elétrico brasileiro, visto a constante elevação do custo da energia elétrica.

As estruturas citadas no referido artigo compõem alternativas para características das mais variadas para o aproveitamento dos rios da região sul catarinense. Partilha-se das ideias de FARRET (2014), quando ressalta que existem vários tipos de turbinas, a escolha do equipamento adequado depende do campo de aplicação, principalmente, da altura e da vazão de água, critérios como manutenção, custo, disponibilidade comercial e sensibilidade a materiais em suspensão.

A legislação brasileira no âmbito do setor elétrico pertinente às pequenas centrais hidrelétricas vem passando por constantes modificações, contribuindo para a diminuição da burocracia no que corresponde à pequena geração de eletricidade, principalmente para o autoconsumo. Com a legislação mais simples, pode-se ter um maior aproveitamento do potencial hídrico de todo o Brasil, além de agilidade nos processos de implantação e ampliação de usinas geradoras.

O poder público por meio de programas e incentivos vem a colaborar para os investimentos na autoprodução de energia, visto o estado catarinense em programa SC + Energia. A aplicação dos incentivos estimula a produção de energia elétrica por meio de fontes alternativas, assim como, contribui com a economia do país.

No intuito de contribuir com o estudo das PCHs, sugere-se que os próximos trabalhos tenham como proposta implantar um dos modelos descritos em um dos rios da nossa região, identificados por Neto (2014), para que se possam ter dados verídicos do potencial de geração de energia elétrica no município de Orleans, localizado no sul do estado de Santa Catarina.

## REFERÊNCIAS



ALMEIDA, Frederico Borges De. **O Princípio de Funcionamento de uma Usina Hidrelétrica**; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/o-principio-funcionamento-uma-usina-hidreletrica.htm>>. Acesso em 22 nov. 2015.

ALTERIMA. **Rodas Pelton**: rodas pelton ou rotor pelton para turbina hidráulica. Disponível em: <<http://www.alterima.com.br/index.asp?InCdSecao=24>>. Acesso em: 28 set. 2015.

ANELL AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Energia hidráulica Parte II Fontes Renováveis**. c 3. 2015. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas\\_par2\\_cap3.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par2_cap3.pdf)>. Acesso em: 18 out. 2015.

\_\_\_\_\_. **Geração distribuída supera 1000 conexões no Brasil**. 2015. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output\\_Noticias.cfm?Identidade=8899&id\\_ar ea=90](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=8899&id_ar ea=90)>. Acesso em: 02 set. 2015.

BETTA, **hidroturbinas**. Disponível em: <<http://www.bettahidroturbinas.com.br/produto/mch-banki>>. Acesso em: 13 set. 2015.

BRASIL. Governo do Estado de Santa Catarina. **Em programa que será lançado na quarta, governo do estado aposta em energias limpas para garantir eficiência energética em Santa Catarina**. Florianópolis. 2015. Disponível em: <<http://www.sc.gov.br/mais-sobre-energia/em-programa-que-sera-lancado-na-quarta-governo-do-estado-aposta-em-energias-limpas-para-garantir-eficiencia-energetica-em-santa-catarina>>. Acesso em: 22 jun. 2015.

CEMIG, Companhia de energia elétrica. **Usinas e reservatórios da Cemig**. Disponível em: <[http://www.cemig.com.br/ptbr/a\\_cemig/nossos\\_negocios/usinas/Paginas/l.aspx](http://www.cemig.com.br/ptbr/a_cemig/nossos_negocios/usinas/Paginas/l.aspx)>. Acesso em: 09 set. 2015.

CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S. A. **Diretrizes para estudos e projetos de Pequenas Centrais hidrelétricas**. Eletrobrás Centro da memória da eletricidade no Brasil: Minas Gerais. 2000.

CRESWELL, John W. **Projeto de Pesquisa – Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto**. 3 ed. Porto Alegre, 296 p. 2010.

COSTA, Antônio Simões. **Turbinas Hidráulicas e Conduitos forçados**. 2003. Disponível em: <<http://user.das.ufsc.br/~moreno/nonlin/artigos/turb-hidr-2003.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2015.

DOS REIS, Lineu Belico. et al. **Energia, recursos naturais e a prática do desenvolvimento Sustentável**, 2 ed. *Rev e atual*. Barueri, Manole: São Paulo, 445 p. 2012.

ELETROBRAS, **energia para novos tempos**. Disponível em: <[www.elektrobras.com](http://www.elektrobras.com)>. Acesso em: 02 set. 2015.

EXXON MOBIL CORPORATION. **Panorama energético: Perspectiva para 2040**. Disponível em:



<<http://www.exxonmobil.com/BrazilPortuguese/PA/Files/PanoramaEnergetico2014.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2015.

FARRET, Felix Alberto; **Aproveitamentos de pequenas fontes de energia elétrica**. 2 ed. Santa Maria: UFSM, 244 p. 2010.

\_\_\_\_\_, Felix Alberto; **Aproveitamentos de pequenas fontes de energia elétrica**. 3 ed. 320 p. Santa Maria: UFSM, 2014.

FILHO, José Gilberto Dalfré; **Turbinas Hidráulicas tipos e usos**. Campinas. 2015. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/turbinas-hidraulicas-55ef3ff5660bb.html>>. Acesso em: 13 out. 2015.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de Pesquisa Social**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 206 p. 1999.

\_\_\_\_\_. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 200 p. 2008.

GOMES, Carla da Gama Soares. **Noções de geração de energia utilizando algumas fontes de baixo impacto ambiental**. 100 p. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10000781.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2015.

HACKER. **Gerando Energia**: Compromisso com o futuro. Disponível em: <[http://www.hacker.ind.br/produtos\\_turbinas\\_hidraulicas.php](http://www.hacker.ind.br/produtos_turbinas_hidraulicas.php)>. Acesso em: 28 Set. 2015.

HODGE, B.K. **Sistemas e Aplicações de Energia Alternativa**. Livros técnicos e Científicos. Editora LTDA: Rio de Janeiro. 309 p. 2011.

ISSUU. **Amizade é confiança, União de pensamentos é esperança**. 2015. Disponível em: <[http://issuu.com/lhbf633/docs/06\\_de\\_mai\\_de\\_2015.docx](http://issuu.com/lhbf633/docs/06_de_mai_de_2015.docx)>. Acesso em: 12 mai. 2015.

JÚNIOR. Antonio Gonçalves de Mello. **A Turbina de Fluxo Cruzado (Michell - Banki) como opção para Centrais Hidráulicas de Pequeno Porte**. São Paulo: USP, 2000. Disponível em: <[file:///C:/Users/Dani/Downloads/AntonioMelloJr%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Dani/Downloads/AntonioMelloJr%20(1).pdf)>. Acesso em: 22 nov. 2015.

JUNIOR. Ricardo Luiz Soares. **Projeto conceitual de uma turbina hidráulica a ser utilizada na usina hidrelétrica externa de Henry Borden**. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10005429.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2015.

MATELLO, Alexandre. **Energia elétrica deve subir 50,9% neste ano, estima Banco Central**. Brasília. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2015/08/energia-eletrica-deve-subir-509-neste-ano-estima-banco-central.html>>. Acesso em: 03 set. 2015.



NETO, Cesar Guesser; **Mapeamento dos recursos hídricos permanentes no município de Orleans-SC para microgeração de energia elétrica.** Orleans, 2014.

PEREIRA, Geraldo Magela; MELLO, Carlos Rogerio de. **Bomba de pistão acionada por roda d'água.** UFLA. Minas Gerais, 2008. Disponível em:  
<<https://groupbrainstorm.files.wordpress.com/2008/08/bombas-e-rodas-dagua.pdf>>  
Acesso em: 30 ago. 2015.

PIZZOL, Camila Candido Santos. **Projeção do crescimento do mercado brasileiro para as pequenas centrais hidrelétricas (pchs).** 138 f. MAUÁ. 2011. Disponível em:  
<<http://saturno.unifei.edu.br/bim/0038631.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2015.

POLIZEL, Luiz Henrique. **Metodologia de Prospecção e avaliação de pré-viabilidade expedida de geração distribuída (GD) caso eólico e hidráulico.** 2007. 139 p, São Paulo, 2007. Disponível em:  
<[file:///C:/Users/Dani/Downloads/2007\\_07\\_26\\_Dissert\\_Polizel.pdf](file:///C:/Users/Dani/Downloads/2007_07_26_Dissert_Polizel.pdf)> Acesso em: 01 set. 2015.

REAL, Eduardo Corte. et al. **Turbina Bulbo**, Universidade Federal de Pernambuco, 2013. Disponível em: < [http://www.academia.edu/5315106/Turbinas\\_Bulbo](http://www.academia.edu/5315106/Turbinas_Bulbo)>. Acesso em: 13 out. 2015.

VOITH. **Turbinas Francis.** Disponível em:  
<<http://www.voith.com/br/produtos-e-servicos/energia-hidreletrica/turbinas/turbinas-francis-561.html>>. Acesso em: 29 set. 2015.

ZH Economia. **Custo da energia elétrica aumenta 60% em 12 meses:** no mesmo período a inflação media teve alta de 8,13%.2015. Disponível em:  
<<http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticias/economia/noticia/2015/04/custo-da-energia-eletrica-aumenta-60-em-12-meses-4735600.html>>. Acesso em: 09 set. 2015.



## Trabalho Completo de Pesquisa

### 14385 - ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA TROCA DA ILUMINAÇÃO ATUAL DE UMA EMPRESA METALÚRGICA PARA O DIODO EMISSOR DE LUZ (LED)

Juliana Giordani<sup>1</sup>, Josué Alberton<sup>1</sup>, Julia Alberton<sup>2</sup>, Mario Sérgio Bortolatto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Barriga Verde. Rua Pe. João Leonir Dall'Alba, s/n, Murialdo, 88870000, Orleans, SC - Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Reitor João David Ferreira Lima, s/n - Trindade, 88040-900, Florianópolis, SC - Brasil

**Resumo:** Muitas empresas têm buscado alternativas para reduzir custos com os processos produtivos. A forma como a energia é consumida, bem como as instalações de lâmpadas são alguns dos fatores que contribuem com o consumo de energia elétrica. Como a maioria dos processos industriais utilizados atualmente foram desenvolvidos em uma época onde a energia era abundante, a aplicação de recursos em iluminação de diodo emissor de luz - LED (*Light Emitting Diode*), por exemplo, pode contribuir com a redução dos custos com a energia elétrica. Além disso, lâmpadas de LED causam menor impacto no meio ambiente quando descartadas indevidamente, pois não apresentam mercúrio na composição do material. Este trabalho apresenta como objetivo analisar a viabilidade econômica da troca da iluminação atual de uma empresa metalúrgica para o diodo emissor de luz (LED). A metodologia utilizada na pesquisa foi de natureza aplicada, de caráter exploratório e quantitativo. Técnicas de investimento foram aplicadas para verificar a viabilidade do trabalho. Os resultados obtidos mostraram viabilidade econômica no projeto em comparação a iluminação convencional, gerando um VPL de mais de R\$ 561.829,54 e uma TIR de 30% a.a, sendo maior que a TMA (11% a.a.). O projeto apresentou retorno do investimento inicial em 2 anos e 11 meses. Sugere-se que seja analisada a possibilidade da troca da iluminação atual para LED nas construções da empresa.

**Palavras-chave:** Eficiência energética. Investimento. LED.

## Introdução

Atualmente muitas empresas têm buscado soluções para reduzir o impacto ambiental causado em nosso planeta. Essas soluções trazem economias para as empresas. A forma com que a energia é consumida, o tipo de energia utilizada, bem como as instalações de lâmpadas com baixo custo são alguns dos fatores que contribuem para reduzir o consumo de energia elétrica.

Segundo Costa (2006, p.16) “a revolução industrial, iniciada na Inglaterra no século XVIII, caracteriza os ofícios, criando ambientes fabris”. Com isso a iluminação passa a representar para a humanidade não apenas proteção e segurança, como também



adaptação ao trabalho em recintos escuros.

Mamede (2007, p. 670) pontua que:

Com a crise do petróleo que iniciou em 1971, o preço do barril de petróleo passou a ser fixado pela OPEP - Organização dos Países Exportadores de Petróleo, e não mais pelas companhias distribuidoras de petróleo, sendo assim o preço do barril aumentou consideravelmente passando de aproximadamente US\$ 4,00 para US\$ 40,00. Foi também com essa crise que os governos e a sociedade, em geral, foram conscientizados da necessidade de conter os desperdícios de energia.

Para Goldemberg (2012, p. 280), a maioria dos processos industriais utilizados atualmente foram desenvolvidos em uma época onde a energia era abundante e barata e sem muitas preocupações com o meio ambiente.

O aumento e o uso de tecnologias nos processos industriais são adequados para diminuir o consumo de energia elétrica, além de contribuir com a redução dos impactos ambientais. De acordo com Pereira (2009), para se reduzir custo fixo é fundamental que sejam realizados estudos de eficiência em empresas comerciais, serviços ou seguimento industrial.

De acordo com Grandjean (1998), uma iluminação adequada reflete em vários fatores como saúde, produtividade, além de decorar. E conforme surgem novas fontes de energia, os produtos para iluminação vão sendo aperfeiçoados e adaptados, sempre buscando o melhor aproveitamento da luz.

Segundo Moreira (1999, p. 118) “nas fábricas a iluminação exige um estudo cuidadoso das diversas formas de iluminação possíveis, para que seja escolhida a mais econômica [...]”.

Sá Junior (2010) propõe que a aplicação de recursos em iluminação de diodo emissor de luz - LED (*Light Emitting Diode*) pode colaborar para o desenvolvimento sustentável ecológico e econômico de uma empresa. Esta sustentabilidade acontece por conta da economia no consumo de energia elétrica, diminuição dos custos com mão de obra de manutenção e com materiais de reposição, trazendo uma forte redução nos descartes de peças eletrônicas e lâmpadas que possuem materiais pesados em sua composição altamente contaminantes ao meio ambiente, pois as lâmpadas de LED não possuem em seu interior elementos químicos como o mercúrio, por exemplo, que se não descartado corretamente pode causar sérios danos ao ecossistema.

De acordo com Guerrini (2007), a cor da luz depende do material utilizado na

fabricação. A cor branca é conseguida por meio de fosforo conversor no LED e a azul pela excitação do fósforo, passando da luz amarela pela branca.

Segundo OSRAM (2014), a iluminação de LED pode ser instalada em pavilhões industriais, de modo flexível e individual, em diferentes áreas de trabalho, condições de espaço e requisitos de luz complexos (figura 1).

**Figura 1** - Pavilhões de produção com iluminação de LED.

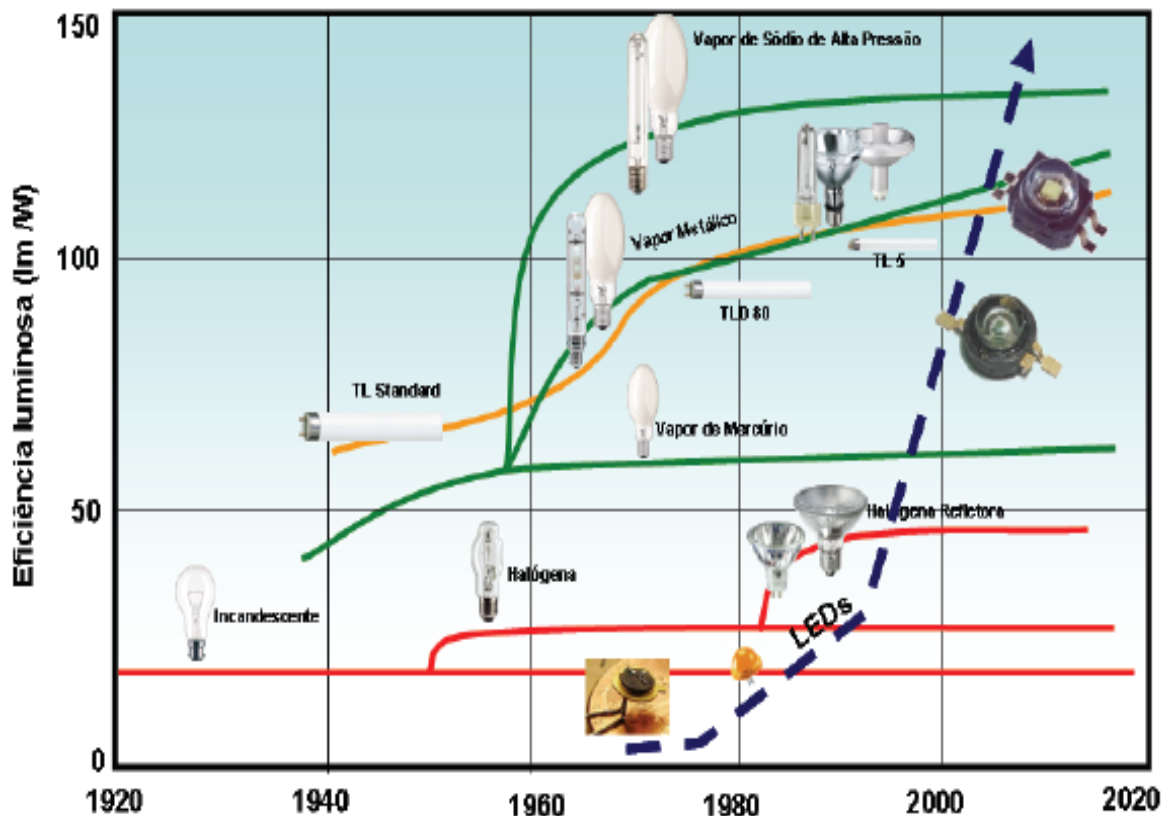


Fonte: OSRAM, (2014).

De acordo Iwashita (2011), as principais vantagens dos LEDs são: vida útil maior do que as lâmpadas convencionais, menor manutenção, maior robustez mecânica, menor risco de choque elétrico, emissão de luz monocromática, dispensando a utilização de filtros, ausência de radiação ultravioleta e infravermelha, ausência de mercúrio ou outros elementos agressores ao meio ambiente, possibilidade de utilização com eficiência em baixas temperaturas. Por outro lado, as desvantagens são: custo de aquisição ainda é elevado e liberam a potência dissipada em forma de calor.

Para Moreira (1999 p.17) “a eficiência luminosa é a relação entre o fluxo luminoso total emitido pela fonte e a potência por ela absorvida. Então, a unidade de medida da eficiência luminosa é  $\text{lúmen/Watt}$  (lm/W)”. A figura 2 apresenta a relação da eficiência luminosa em função dos anos de desenvolvimento das fontes de iluminação.

**Figura 2** - Evolução das principais fontes de iluminação.



Fonte: Sá Junior, (2010).

A análise da viabilidade econômica e financeira de um projeto de investimento operacional deve se ater aos aspectos do prazo com relação aos resultados obtidos, pois de acordo com Hoji (2010), o investimento operacional é aplicação de dinheiro em ativos que geram receitas, onde os investimentos de ativos circulantes (estoques e duplicatas a receber) são projetos que devem ter retorno no curto prazo, e investimentos em ativos imobilizados (maquinários e prédios) são projetos que tendem a ter retorno em longo prazo.

Para Gitman (2010), o valor presente líquido é encontrado subtraindo-se o investimento inicial de um projeto ( $FC_0$ ) do valor presente de suas entradas de caixa ( $FC_t$ ), descontando a taxa de custo de capital da empresa ( $r$ ).

Para os estudiosos Kassai, Kassai, Neto & Santos (2000, p. 66) a taxa interna de retorno é umas das formas mais sofisticadas de se avaliar propostas de investimento de capital. Ela representa a taxa de desconto que iguala, num único momento, os fluxos de entrada com os de saída de caixa. Em outras palavras, é a única que produz um VPL igual a zero.

Assaf Neto (2014) define *Payback* como sendo o período de tempo necessário



para que o investimento inicial seja recuperado pelas entradas de caixa promovidas pelo investimento.

Segundo Bordeaux (2006, p. 32), a taxa mínima de atratividade “considera o custo de capital que corresponde ao custo das fontes de financiamento ou o custo de oportunidade”.

Para Clemente (2008) o projeto de investimento, é considerado um esforço para elevar o grau de informação a respeito das implicações, tanto desejáveis quanto indesejáveis para diminuir o nível de risco. Em outras palavras, o projeto de investimento é uma simulação a decisão de investir. Esse tipo de projeto geralmente consegue apenas melhorar a tomada de decisão, diminuindo o nível de incerteza. De qualquer forma a avaliação da situação risco em si, constitui importante informação para a tomada de decisão.

O tema viabilidade do diodo emissor de luz (LED) para iluminação em uma empresa metalúrgica passa por uma análise do sistema de iluminação atual, e a viabilidade do sistema sugerido. A motivação para estudar o tema abordado se dá pelo intuito de gerar maior economia para empresa bem como contribuir com a redução no desperdício de energia elétrica.

De acordo com Valentim, Ferreira & Coletto (2010, p. 29):

Fontes de energia estão cada vez mais raras e o consumo está cada vez maior, levando nossas atuais fontes de energia à sua carga quase máxima. Para minimizar o impacto ambiental e social causado pela construção de novas usinas hidrelétricas e termelétricas, uma alternativa seria um melhor aproveitamento da capacidade já instalada. Uma maneira para se atingir esse objetivo é melhorar a eficiência de alguns produtos amplamente utilizados no dia-a-dia, como por exemplo, as lâmpadas.

A energia é um insumo relevante para os processos produtivos. Sem energia, nada pode ser realizado, transportado ou processado. Boa parte da energia entregue às unidades produtivas é desperdiçada ou usada com baixa eficiência. Este trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade econômica da troca da iluminação atual de uma empresa metalúrgica para o diodo emissor de luz (LED).

## Metodologia



Quanto à natureza da pesquisa, é classificada como aplicada, de acordo com o conceito apresentado por Otani (2011, p. 36):

Objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigida à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais, tendo como propósito resolver um problema específico, que provavelmente resultará em um produto diretamente aplicado, buscando atender demandas sócias.

Quanto aos objetivos da pesquisa, a mesma pode ser classificada como exploratória, que de acordo com Gil (2002, p. 41) tem como objetivo:

Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torna-lo mais explícito ou construir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

Neste estudo o problema foi abordado de forma quantitativa, de acordo com Otani (2011, p.37):

Considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números e opiniões e informações para classifica-las e analisa-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão, etc.). [...] procuram descobrir e classificar a relação de casualidade entre as variáveis da hipótese estabelecida, bem como estabelecer a casualidade entre fenômenos.

A pesquisa pode ser classificada, quanto aos procedimentos técnicos utilizados, como estudo de campo, tendo como observação uma empresa. De acordo com Lakatos & Marconi (2007, p. 192-193):

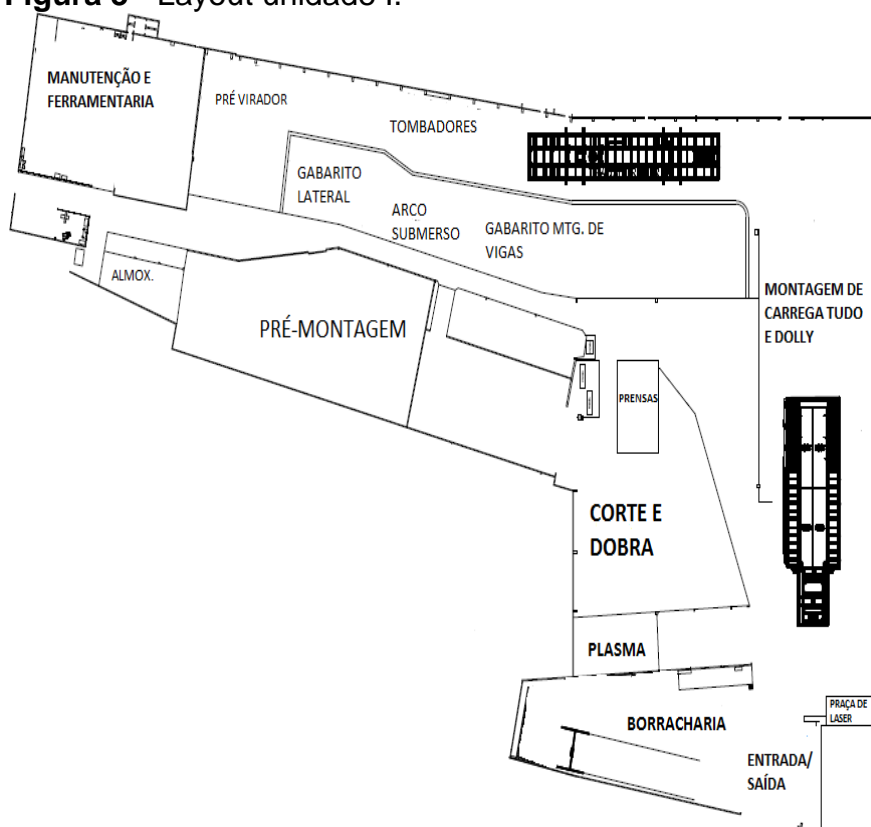
A observação é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se desejam estudar. É um elemento básico de investigação científica (...).

O contexto da pesquisa é a empresa Librelato S.A., localizada na cidade de Orleans, sul do estado de Santa Catarina. Em algumas etapas do projeto foi solicitado o auxílio de um engenheiro eletricista. Como amostra da pesquisa foram observadas as

lâmpadas (tipo e a quantidade) que estão localizadas em cada setor. A empresa tem os seguintes setores:

Setores unidade 1: borracharia, chapas, fabricação de peças, linhas de montagem, ferramentaria e manutenção e borracharia, almoxarifados, praça de lazer (figura 3).

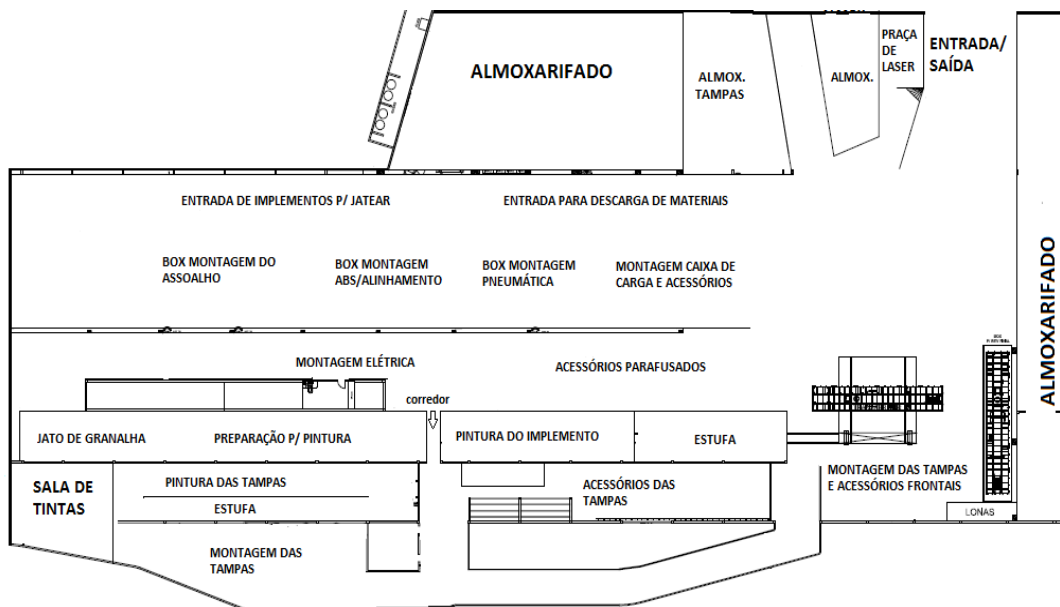
**Figura 3** - Layout unidade I.



**Fonte:** Librelato S.A., Orleans/SC (2016).

Na unidade 2 da empresa Librelato S.A. podem ser encontrados os seguintes setores: almoxarifados, sala de tintas, montagem de tampas, estufa, pintura das tampas, jato de granalha, boxes de montagem, praça de lazer, conforme podemos observar na figura 4.

**Figura 4** - Layout unidade II.



Fonte: Librelato S.A., Orleans S/C (2016).

## Resultados e discussão

O estudo luminotécnico foi realizado para verificar o nível adequado de iluminação de cada setor (de acordo com a NBR ISO/CIE 8995-1:2013) aplicando-se luminárias e lâmpadas de LED. Considerando-se o tempo de operação e o dimensionamento realizado foi possível quantificar a potência instalada atualmente nas unidades I e II (quadro 1).

**Quadro 1** - Librelato unidades I e II (iluminação em geral).

<b>LIBRELATO UNIDADE I E II - ILUMINAÇÃO GERAL</b>			
<b>Tipo de Lâmpada</b>	<b>Potência da Lâmpada + reator (W)</b>	<b>Quantidade Instalada</b>	<b>% Potência total</b>
LUM-FLUOR-HO-T10-2x110W	113.025,00	411	90,7%
LUM-FLUOR-T10-4x40W	3.600,00	18	2,89%
LUM-FLUOR-T10-2x40W	3.000,00	30	2,40%
VAP-MERCURIO-250W	4.062,50	13	3,26%
VAP-MERCURIO-400W	920,00	2	0,75%
<b>Total</b>	<b>124.607,50</b>	<b>474</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autor, (2016).

Por meio da análise do quadro 2, verificamos que as zonas em estudo possuem uma potência total de 124.607,50 W, e que o modelo de lâmpada que predomina são fluorescente tubular de 1200 mm de 110 W de potência. Todas estas lâmpadas foram originalmente instaladas em luminárias convencionais que possuem baixa eficiência, pois não são dotadas de qualquer tipo de espelho ou difusor que direcione o fluxo luminoso da lâmpada para seu melhor aproveitamento. Com isso é possível buscar soluções energeticamente eficientes de modo a diminuir este consumo e tornar este sistema de iluminação mais “amigo do ambiente”.

Para realização da estimativa dos custos com energia elétrica, foi levado em consideração o tempo aproximado de funcionamento da iluminação. Também foram



considerados os 12 meses do ano, sem descontar a paralização de 20 dias que geralmente ocorre para férias coletivas. Os finais de semana não foram abordados e nem possíveis usos para realização de horas extras.

Os custos com energia elétrica para o sistema de iluminação dos pavilhões foram abordados em dois horários distintos:

– Horário de ponta: período do dia que possui 3 horas consecutivas, normalmente entre o período das 19 h às 21 h, no qual o custo da energia elétrica é bastante oneroso, causado pela sobrecarga que o sistema elétrico brasileiro sofre, originado pela grande quantidade de uso de chuveiros elétricos e iluminação residencial. Nesse horário foi levado em conta o custo da energia gerada pelos geradores que a empresa possui. A média de custo do kWh no ano de 2013/2014 durante o horário de ponta foi de R\$ 1,90 unidade I e R\$ 0,645 unidade II. O horário de ponta somente é faturado nos dias úteis (segunda a sexta-feira). Durante finais de semana (sábado e domingo) além de feriados nacionais não existe horário de ponta.

– Horário fora de ponta – a energia do horário fora de ponta é faturada durante os horários diferentes do horário de ponta de segunda a sexta-feira e durante feriados nacionais e finais de semana. O custo do kWh no horário fora de ponta normalmente é muito inferior ao cobrado durante a ponta, sendo que nesta empresa a média do ano de 2013/2014 ficou em R\$ 0,308.

Utilizando o volume de horas semanais, os valores específicos durante os períodos de ponta e períodos fora de ponta, a potência instalada de cada tecnologia de iluminação, pode estimar um gasto aproximado de energia que a instituição tem durante o ano (quadro 2).

**Quadro 2** - Resumo dos gastos com iluminação.

<b>RESUMO DOS GASTOS COM ILUMINAÇÃO</b>				
<b>Local</b>	<b>Iluminação atual</b>			
<b>Unidade I e II</b>	<b>Potência instalada (W)</b>	<b>Quantidade de lâmpadas instaladas (UN.)</b>	<b>Consumo KWh</b>	<b>Custo c/ energia anual (R\$)</b>
	124.607,50	474,00	692.105,66	320.684,00

**Fonte:** Autor, (2016).



Sabendo os gastos aproximados que a empresa tem atualmente com energia, e levando em conta iluminação atual, disposição das lâmpadas bem como sua quantidade, é possível fazer um estudo visando a troca das lâmpadas hoje instaladas, por meio de um comparativo entre elas.

No quadro 3 pode ser visualizado a situação atual da iluminação fluorescente e como as mesmas podem ser substituídas pelas lâmpadas de LED.

**Quadro 3** - Resumo do levantamento da iluminação geral do edifício.

Situação Atual			Situação LED	
Local	Quantidade instalada	Potencia total - lampada + reator (W)	Quantidade instalada	Potencia total - lampada + reator (W)
<b>Total</b>	474	124.607,05	474	39.023,10
<b>Comparativo com LED</b>	POTÊNCIA ECONOMIZADA = 85.583,95 REDUÇÃO NA POTÊNCIA DE 68,7 %			

Fonte: Autor, (2016).

A iluminação da edificação com uso de LED foi dimensionado aplicando-se 474 lâmpadas, ou seja, a mesma quantidade existente hoje de lâmpadas fluorescentes, sendo que foram considerados que as lâmpadas de LED serão colocadas na mesma disposição das lâmpadas fluorescentes. Ainda assim, com a mesma quantidade de lâmpadas instaladas, as de LED reduzem significativamente a potência consumida atualmente, chegando a 68,7% de redução.

O quadro 4 mostra um resumo das especificações da lâmpada sugerida para substituição. São lâmpadas apropriadas para iluminação interna industrial. O modelo escolhido pelo especialista foi HDA 03, pois ela tem um alto fluxo luminoso. Também podemos observar nos modelos de LED, que sua vida útil que fica em torno de 50 mil horas.

**Quadro 4 - Principais características das luminárias.**

	CONSUMO TOTAL	EFICIÊNCIA LUMINOSA	VIDA ÚTIL	TEMPERATURA GERADA	POLÍTICA DE DESCARTE	GARANTIA DE FÁBRICA
 LUMINÁRIA INDUSTRIAL HDA 03	40W	5.180 lm	50.000/ 100.000 horas	BAIXA - 30° ~ 50° C	NÃO HÁ DESCARTE <sup>1</sup>	5 ANOS
	60W	6.130 lm				
	90W	10.350 lm				
	130W	12.260 lm				

**Fonte:** HDA Iluminação de LED (2014).

Analisando as informações encontradas pode-se afirmar que os custos totais anuais que a empresa tem para operação – energia, isso sem considerar manutenção e reciclagem – do sistema de iluminação do prédio, são de aproximadamente R\$ 320.684,00 anuais, enquanto com iluminação LED o custo anual estimado ficou em média R\$ 100.838,76, ou seja, aproximadamente 69% menor que a situação com lâmpadas fluorescentes (quadro 5).

**Quadro 5 - Comparativo da iluminação atual x LED.**

**COMPARATIVO ILUMINAÇÃO ATUAL X LED**

SISTEMAS		SITUAÇÃO ILUMINAÇÃO ATUAL		SITUAÇÃO ILUMINAÇÃO LED		COMPARATIVO ATUAL X LED		%	
RESUMO GERAL	RESUMO POTENCIA INSTALADA TOTAL (KW)	124,61	KW	39,02	KW RMS	-	85,58	KW	-69%
	RESUMO QUANTIDADE UNIDADES INSTALADAS	474,00	UNIDADES	474,00	UNIDADES	-	UNIDADES		0%
	RESUMO ENERGIA CONSUMIDA ANUAL (KWh)	692.105,66	KWh	216.745,45	KWh	-	475.360,21	KWh	-69%
	RESUMO CONTA ENERGIA ANUAL (R\$)	R\$ 320.684,00	REAIS POR ANO	R\$ 100.838,76	REAIS POR ANO	-R\$	219.845,24	REAIS POR ANO	-69%
	RESUMO CONTA ENERGIA ANUAL DEMANDA (R\$)	R\$ 16.448,19	REAIS POR ANO	R\$ 5.151,05	REAIS POR ANO	-R\$	11.297,14	REAIS POR ANO	-69%
	MÉDIA MENSAL CONTA ENERGIA (R\$)	R\$ 28.094,35	REAIS POR MÊS	R\$ 8.832,48	REAIS POR MÊS	-R\$	19.261,87	REAIS POR MÊS	-69%

Fonte: Autor, (2016).

Ao analisar esses dados, observa-se uma grande economia no que diz respeito ao consumo. Porém, ainda devem ser observados os custos para implantação do sistema e seu tempo de retorno.

É de fundamental importância calcular o investimento realizado, bem como o tempo de retorno. A tabela a seguir apresenta o investimento necessário para implantação do projeto de iluminação LED na empresa em estudo. O investimento foi orçado conforme apresenta o quadro 6.

**Quadro 6** - Investimento para implantação da iluminação de LED.

INVESTIMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DA ILUMINAÇÃO DE LED			
MATERIAL	PREÇO UNITÁRIO INSTALADO	QUANTIDADE	SUB TOTAL
LUMINÁRIA LED 40WATTS	R\$ 860,00	30	R\$ 25.800,00
LUMINÁRIA LED 60WATTS	R\$ 994,00	31	R\$ 30.814,00
LUMINÁRIA LED 90WATTS	R\$ 1.450,00	413	R\$ 598.850,00
TOTAL		R\$	655.464,00

Fonte: Autor, (2016).

O tempo de retorno (*payback*) deste projeto, considerando um ganho de R\$ 219.845,24 anualmente pelo uso de LED na iluminação do prédio e um investimento inicial de R\$ 655.464,00, tem-se a seguinte relação (equação 1):

$$\text{Payback (anos)} = \frac{\text{investimento}}{\text{benefício}} = \frac{655.464,00}{219.845,24} = 2,98 \text{ anos} \approx 2 \text{ anos e } 11 \text{ meses} \quad (1)$$

Assim, podemos considerar que o tempo necessário para que o investimento retorne ao caixa da empresa seja de 3 (três) anos. Passando esse período a economia gerada será entrada de fluxo positivo.

Para análise do VPL, foram levados em consideração os critérios citados na fundamentação (equação 2).

$$\text{VPL}_K = \sum_{t=1}^9 \frac{219845,24}{(1 + 0,11)^t} + \frac{219845,24}{(1 + 0,11)^2} + \dots + \frac{219845,24}{(1 + 0,11)^9} - 655464,00 = 561.829,54 \quad (2)$$

Ao considerar o tempo de vida útil das lâmpadas de LED, que é de 50000 horas, ou seja, 9 (nove) anos útil, o VPL com a economia financeira em reais da implantação do projeto, considerando a taxa de atratividade, 11% ao ano, atingirá

aproximadamente R\$ 561.829,54, conforme podemos observar com maior detalhes no quadro 7.

**Quadro 7** - Valor presente líquido do investimento.

CUSTO ILUMINAÇÃO ATUAL (MÊS)	PREVISÃO DE CUSTO COM LED (MÊS)	ECONÔMIA GERADA COM LED(MÊS)	INVESTIMENTO TOTAL
R\$ 320.684,00	R\$ 100.838,76	R\$ 219.845,24	R\$ 655.464,00

ANO	FLUXO DE CAIXA FINAL	FLUXO DE CAIXA ACUMULADO	FLUXO DE CAIXA DESCONTADO	FLUXO DE CAIXA DESCONTADO ACUMULADO
0	-R\$ 655.464,00	-R\$ 655.464,00	-R\$ 655.464,00	-R\$ 655.464,00
1	R\$ 219.845,24	-R\$ 435.618,76	R\$ 198.058,77	-R\$ 457.405,23
2	R\$ 219.845,24	-R\$ 215.773,52	R\$ 178.431,33	-R\$ 278.973,90
3	R\$ 219.845,24	R\$ 4.071,72	R\$ 160.748,94	-R\$ 118.224,95
4	R\$ 219.845,24	R\$ 223.916,96	R\$ 144.818,87	R\$ 26.593,92
5	R\$ 219.845,24	R\$ 443.762,20	R\$ 130.467,45	R\$ 157.061,37
6	R\$ 219.845,24	R\$ 663.607,44	R\$ 117.538,24	R\$ 274.599,61
7	R\$ 219.845,24	R\$ 883.452,68	R\$ 105.890,31	R\$ 380.489,92
8	R\$ 219.845,24	R\$ 1.103.297,92	R\$ 95.396,67	R\$ 475.886,59
9	R\$ 219.845,24	R\$ 1.323.143,16	R\$ 85.942,95	R\$ 561.829,54

VPL	R\$ 561.829,54
TIR	30%

TMA	11,00%
-----	--------

Fonte: Autor, (2016).

De acordo com os critérios do VPL para aprovação de investimentos, o projeto em questão é viável, pois o resultado do VPL foi positivo, ou seja, o capital investido será recuperado e gerará ganho extra à instituição.

No quadro 8 pode-se observar o resultado econômico no caso de implantação do projeto. Além dos ganhos econômicos também a ganhos ambientais como vimos no desenvolvimento do trabalho, sendo que o ideal é utilizarmos os recursos já explorados de forma consciente, a fim de não ser necessário que haja a exploração de novos



recursos. E também, mesmo não tendo levado em conta os custos com descarte da lâmpada fluorescente, ele existe, devido ao mercúrio que não pode ser descartado no lixo comum. Nesse contexto o LED também pode ser considerado mais vantajoso, pois nele não há metais pesados, sendo que ele pode ser reciclado ou descartado no lixo comum.

**Quadro 8** - Resultado econômico do projeto.

<b>RESULTADO DO ESTUDO</b>	
<b>ITENS ANALISADOS</b>	<b>ECONOMIA/GANHOS</b>
<b>Potencia instalada (kW)</b>	85,58
<b>Consumo anual (Kwh)</b>	475.360,21
<b>Payback (anos)</b>	2 anos e 11 meses
<b>Energia elétrica (R\$/ano)</b>	219.845,24

Fonte: Autor, (2016).

### **Conclusão**

No mundo atual, onde a concorrência é acirrada, sabemos da importância de estar atento a novas tecnologias, porém as novas tecnologias geralmente têm um custo de investimento elevado. E é nesse contexto que geralmente trabalham os gestores nas empresas. O LED é uma dessas novas tecnologias que surgiu no mercado de iluminação está sendo bastante utilizada, porém estudos devem ser realizados para analisar se realmente ela é um bom investimento para sua empresa.

Assim podemos observar a importância das técnicas de investimentos comumente utilizadas nas organizações, empregadas pelos gestores para seleção de projetos, com intuito de facilitar a tomada de decisão, proporcionando mais segurança e confiabilidade no projeto.

A aplicação da iluminação de LED pode contribuir consideravelmente para o desenvolvimento econômico e sustentável de uma empresa. A sustentabilidade é decorrente da economia no consumo de energia elétrica, redução no descarte tanto das



lâmpadas que não possuem metais pesados, quanto de seus componentes, que podem ser descartados sem causar riscos ao ecossistema.

A pesquisa teve como objetivo geral analisar a viabilidade econômica com aplicação iluminação de LED em uma empresa metalúrgica em relação à tecnologia de iluminação atualmente utilizada. Para esta análise se utilizou técnicas chamadas de VPL (valor presente líquido) e TIR (taxa interna de retorno), que servem justamente para mostrar se o projeto será viável em comparativo com o existente, sendo que com esses resultados pode-se tomar a decisão de implantar ou abortar o projeto. Neste caso em específico o estudo comprovou que o projeto apresentado é viável, gerando um VPL de mais de R\$ 561.829,54, e uma TIR de 30% a.a, sendo maior que a TMA (11% a.a.), isso demonstra uma viabilidade do projeto em comparação a iluminação convencional.

O levantamento realizado mostrou que nas duas unidades produtivas a maioria das lâmpadas utilizadas eram fluorescente tubular de 1200 mm de 110 W de potência. Como alternativa para substituir esse tipo de lâmpada fluorescente foi sugerido a instalação da luminária industrial HD 03 com 90 W de potência.

A viabilidade financeira do investimento foi positiva, apresentando um tempo de retorno de investimento de 2 anos e 11 meses. As recomendações diante dos resultados apresentados pelo estudo, é que seja analisada a possibilidade da implantação do projeto nas construções existentes, assim como nas futuras obras a serem executadas pela mesma.

## REFERÊNCIAS

ASSAF, Alexandre Neto ; SILVA, Augusto Tibúrcio. **Administração do capital de giro**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

BORDEAUX, Ricardo Rego; PAULO, Goret Pereira; SPRITZER, Ilda Maria de Paiva Almeida; ZOTES, Luis Pérez. **Viabilidade econômico-financeira de projetos**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

CLEMENTE, Ademir. **Projetos empresariais e públicos**. 3 ed. São Paulo Atlas 2008.

COSTA, Gilberto José Corrêa da. **Iluminação econômica: cálculo e avaliação**. 4 ed. Porto Alegre. EDIPUCRS 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.



GITMAN, Lawrence J. **Princípios da administração financeira**. 12 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

GOLDEMBERG, José. LUCON, Oswaldo. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. 3 ed. São Paulo, editora Universidade de São Paulo, 2012.

GRANDJEAN, Etienne. **Manual de Ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 4 ed. Porto Alegre, Editora Artes Médicas sul Ltda, 1998.

GUERRINI, Délio Pereira. **Iluminação: teoria e projeto**. 1 ed. São Paulo, Érica, 2007.

HOJI, Masakazu. **Administração financeira: uma abordagem prática**. São Paulo Atras 1999.

IWASHITA, J. Leds: iluminação do presente ou do futuro? 2011. Disponível em: <http://www.osetoreletrico.com.br/web/colunistas/juliana-iwashita/543-leds-iluminacao-do-presente-ou-do-futuro-muito-vem-se-falando-dos-leds-para-iluminacao-sua-alta-eficiencia-luminosa-elevada-vida-util-e-ausencia-de-componentes-nocivos-como-mercurio-vem-atraindo-cada-vez-mais-especificadores-e-clientes-finais-preocupa.htm>. Acesso em: 10 out. 2014.

KASSAI, José Roberto; KASSAI, Silvia; NETO, Alexandre Assaf; SANTOS, Ariovaldo dos. **Retorno de investimento. Abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. FIECAP, 2000.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da Metodologia científica**. 6ª ed., São Paulo: Atlas 2007.

MAMEDE FILHO, João. **Instalações elétricas industriais**. 7 ed. Rio de Janeiro. LTC, 2007.

MOREIRA, Vinicius de Araújo. **Iluminação elétrica**. São Paulo, 1999.

OSRAM. **Iluminação para pavilhões de produção**. Disponível em OSRAM. Disponível em: [http://www.osram.com.br/osram\\_/aplicações/edificios-industriais/pavilhoes-de-produção/index.jsp](http://www.osram.com.br/osram_/aplicações/edificios-industriais/pavilhoes-de-produção/index.jsp)> Acesso em 26 de setembro 2014.

OTANI, Nilo; FIALHO, Francisco Antônio Pereira. **Métodos e técnicas**. 2 ed. Florianópolis: Visual Books, 2011.

PEREIRA, Mário Jorge. **Energia elétrica e alternativas**. Rio de Janeiro. Editora ciência moderna Ltda, 2009.

SÁ JUNIOR, Edilson Mineiro. **Estudo de estruturas de reatores para LEDs de iluminação**. Florianópolis: UFSC, 2010. Disponível em: <[https://repositorio .ufsc.br /handle/123456789/94480](https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/94480)>. Acesso em: 26 de setembro 2014.

VALENTIM, Alexandre Abib; FERREIRA, Helder Saldanha; COLETTI, Matheus Andre. **Lâmpadas de led: impacto no consumo e fator de potência**. Revista Ciência do ambiente On-line, v. 6, jun., 2010.