

CENTRO UNIVERSITÁRIO - FAG
MAYARA KIHARA

GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE PISOS PIEZOELÉTRICOS –
VIABILIDADE ECONÔMICA

CASCABEL - PR
2016

CENTRO UNIVERSITÁRIO - FAG

MAYARA KIHARA

**GERAÇÃO DE ENERGIA A PARTIR DE PISOS PIEZOELÉTRICOS –
VIABILIDADE ECONÔMICA**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário - FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Profº. Eng. Esp. Geovane D. Pinheiro

CASCADEL - PR

2016



**CENTRO
UNIVERSITÁRIO**



ENGENHARIA CIVIL

RESUMO

O seguinte trabalho destina-se a apresentar um estudo de caso que proporcione meios e explicações para análise de implantação de pisos piezoelétricos na quadra poliesportiva no Módulo Esportivo de Guaíra Paraná. Este estudo está embasado em estudos bibliográficos e ainda busca analisar, identificar a viabilidade do piso EcoPiso em quadras poliesportivas. Certo de que as tradicionais fontes de energia estão cada vez mais escassas e com o crescimento populacional e a crescente demanda por energia foi necessário ao homem buscar fontes energéticas alternativas. O interesse em energias renováveis está crescendo consideravelmente nesses últimos anos; novas buscas estão sendo feitas em tempos de preocupação ambiental e energética; a preservação dos recursos naturais é essencial, promovendo ao mesmo tempo ganhos econômicos. Dessa maneira, a seguinte pesquisa mostrou a viabilidade de uma alternativa sustentável a qual se adapte ao cotidiano da sociedade. O estudo foi baseado na quantidade de passos dados em uma partida de futsal (6401 passos), a demanda de energia elétrica mensal do local em estudo (1145,17kWh) e a produção de energia do piso analisado foi de 64,08kWh, o que significa 0,46% ao ano. Feito análise de tais fatores, conclui-se que a viabilidade econômica do piso estudado é ineficiente, devido à baixa produtividade energética assim como seu alto custo.

PALAVRAS-CHAVE: piezoelétrico, energia, passos, sustentável, quadra.

ABSTRACT

The following work is intended to present a case study that provides resources and explanations for piezoelectric floors implementation analysis in sports court in the Sports Module Guaira Parana. This study is grounded in bibliographical studies and also seeks to analyze, identify the viability of EcoPiso floor sports courts. Sure that traditional energy sources are becoming increasingly scarce and the population growth and the growing demand for energy was necessary for man to seek alternative energy sources. The interest in renewable energy is growing considerably in recent years; new searches are being made in environmental and energy concerns times; the preservation of natural resources is essential, while promoting economic gains. Thus, the following research showed the feasibility of a sustainable alternative which suits the daily life of society. The study was based on the number of steps in a game of futsal (6401 steps), the demand for monthly electricity site under study (1145,17kWh) and floor power production was analyzed 64,08kWh, which it means 0.46% per annum. Made analysis of such factors, it is concluded that the economic viability of the studied floor is inefficient due to low energy productivity as well as its high cost.

KEYWORDS: piezoelectric, energy, steps, sustainable, court.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Quadra Poliesportiva em Análise.....	3
Figura 2. Ilustração gráfica, (a) comportamento não piezoelétrico e (b) comportamentopiezoelétrico	5
Figura 3. Efeito piezoelétrico direto mediante ação mecânica.....	5
Figura 4. Efeito piezoelétrico inverso.....	6
Figura 5. Estrutura Atômica do PZT - Estado Cúbico.	8
Figura 6. Quatro Módulos do EcoPiso.	10
Figura 7. Um módulo de EcoPiso.....	11
Figura 8. Planta Baixa da Quadra Poliesportiva em Análise.....	14
Figura 9. Passo de Uma Pessoa.	16
Figura 10. Fatura de Energia Elétrica.....	18
Figura 11. Planta Baixa da Quadra de Futsal em Análise.	20

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Tabela do <i>Payback</i>	15
Tabela 2. Consumo Médio de Energia Elétrica no Trimestre.	19
Tabela 3. Tabela do <i>Payback</i>	23
Tabela 4. Tabela do <i>Payback</i> – Retorno Não Constatado.	24

LISTA DE EQUAÇÃO

Equação 1. Período do <i>Payback</i>	12
Equação 2. Base para Avaliação de Projeto.	12
Equação 3. Média Aritmética	16
Equação 4. Quantidade média de jogos por mês.	17
Equação 5. Quantidade de módulos do EcoPiso necessários para a quadra em estudo.	20
Equação 6. Capacidade dos módulos gerarem energia com perda.	20
Equação 7. Capacidade dos módulos gerarem energia sem perda.	21
Equação 8. Quantidade de passos necessários por hora.	21
Equação 9. Quantidade de passos necessários por partida de futsal.	21
Equação 10. Capacidade em Wh por passo.	21
Equação 11. Capacidade em Wh de um jogador por partida de futsal.	21
Equação 12. Capacidade em Wh produzido pelos jogadores em quadra.	22
Equação 13. Capacidade em Wh produzido por mês.	22
Equação 14. Resultado final na fatura de energia proporcionado com EcoPiso.	22
Equação 15. Economia anual em kWh.	22
Equação 16. Porcentagem de economia referente à média da fatura.	23

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

°C= Graus Celsius;

Cm= centímetro;

COPEL= Concessionária Paranaense de Energia Elétrica;

d= Distância;

h= Hora;

I_0 = Investimento inicial;

IEC 60529= Norma Brasileira de graus de proteção para invólucros de equipamentos elétricos;

IEC= Comissão Elétrica Internacional;

IP= Certificado de resistência;

kWh= Quilowatt hora;

l= Comprimento médio de um passo;

LED= Diodo emissor de luz;

m= metros;

m²= Metro quadrado;

mm= Milímetro;

n= amostra;

N= vida útil da alternativa;

P= Passos;

PZT= Titanato zirconato de chumbo;

R\$= Real;

Rj= Fluxo de caixa gerado pelo investimento;

VDC= Tensão de saída;

W= Watt;

Wh= Watt hora;

Xj= Soma de todas as variáveis;

Xn= Amostra de n observações;

$\bar{x}$ = Variável;

Σ = Somatório.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivo.....	1
1.1.1	Objetivo Geral	1
1.1.2	Objetivos Específicos.....	2
1.2	Justificativa	2
1.3	Caracterização do Problema.....	2
1.4	Delimitação da Pesquisa	3
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1	Piezoelétrico.....	4
2.1.1	Características	4
2.1.2	Propriedades Físicas.....	5
2.1.3	Utilização	6
2.1.4	Desenvolvimento no Brasil	7
2.2	Ecogreens Soluções Sustentáveis.....	9
2.2.1	EcoPiso.....	9
2.2.2	Especificações Técnicas do EcoPiso.....	10
2.3	Período de Retorno do Investimento – <i>Payback</i>	11
3	METODOLOGIA	13
3.1	Caracterização da Amostra	13
3.2	Coleta de Dados	14
3.2.1	Quantidade Média de Passos em Uma Partida de Futsal	15
3.2.2	Cronograma de Jogos no Trimestre	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	18
4.1	Análises dos Dados Coletados	18
4.1.1	Consumo Médio de Energia Elétrica na Quadra Poliesportiva.....	18
4.1.2	Economia de Energia Gerada.....	19
4.1.3	Viabilidade Econômica e Período de Retorno do Capital (<i>Payback</i>)	23
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
6	SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	26
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1 INTRODUÇÃO

O interesse em energias renováveis está tendo um crescimento considerável nesses últimos anos, novas buscas estão sendo feitas em tempos de preocupação ambiental e energética. A preservação dos recursos naturais é essencial para proporcionar ganhos econômicos futuros. A energia gerada pelos nossos pés não era aproveitada até a descoberta dos chamados “pisos geradores de energia”, uma nanotecnologia que tem cerâmicas dotadas de piezoelétricos.

A piezoeletricidade é proveniente de certos materiais que liberam elétrons devido à pressão mecânica, descoberta feita há exatos 135 anos.

O piso gerador de energia funciona de forma que ao ser pressionado pelos nossos pés causam vibrações que geram energia limpa. A corrente elétrica produzida por este impacto é capturada para alimentar qualquer dispositivo elétrico ou eletrônico servindo para sustentar, por exemplo, lâmpadas, basta ter uma grande quantidade de pessoas em movimento fazendo pressões com os pés para funcionar.

No Brasil, no momento, ainda não existe uma empresa que desenvolva os pisos geradores de energia, tendo que ser importado de outros países elevando os custos com o produto. Contudo, está em estudo sua produção, o que poderá tornar a tecnologia mais acessível, pois irá diminuir os custos com o impostos de importação e transporte internacional.

O estudo tem por objetivo mostrar que existe uma tecnologia com amplo grau de eficiência que pode ajudar com os problemas que vêm se agravando nos últimos tempos, como a falta de chuva que tem reduzido a capacidade de geração de energia nas usinas hidrelétricas.

1.1 Objetivo

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar o método piezoelétrico (EcoPiso) que gera energia sustentável por meio de movimentos dos pés na superfície do pavimento, averiguando-se a viabilidade econômica deste tipo de piso.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar a capacidade de geração de energia do EcoPiso;
- Analisar a economia de energia gerada a partir da implantação deste tipo de piso;
- Demonstrar o *payback* e o tempo de retorno neste tipo de investimento.

1.2 Justificativa

Em tempos de preocupações energéticas, os estudos de como reinventar, reutilizar e reavaliar fontes de energia alternativa têm sido frequentes a cada dia. A falta de energia é um assunto dominante e preocupante para todos, afinal, a espécie humana depende de energia e se gerada de forma limpa, sem prejudicar o meio ambiente, é mais benéfica. Com o aumento desse problema, há uma crescente demanda envolvendo estudos sobre o assunto, informando de como é possível gerar energia de forma limpa por simples meios, como a produção de energia elétrica adquirida por meio da energia mecânica por pressão.

Este trabalho é baseado num grande desafio que atualmente a sociedade possui: criar uma forma alternativa de energia, em que a maneira de como é produzida ocorre todos os dias e a todo o momento e é desperdiçada, como o simples movimento de caminhar.

A abordagem deste tema com o estudo do piso piezoelétrico procura contribuir para o desenvolvimento sustentável, trazendo para realidade a energia renovável por meio de nanotecnologias adotadas em seu desenvolvimento com custo/benefício vantajosos para a sociedade.

1.3 Caracterização do Problema

É possível a implantação de pisos (EcoPiso) que geram energia em uma quadra poliesportiva na cidade de Guaíra Paraná e quanto tempo levará para obter o retorno do investimento?

1.4 Delimitação da Pesquisa

O objeto de estudo foi a quadra poliesportiva situada no Módulo Esportivo da cidade de Guaíra Paraná. A pesquisa foi limitada em levantamento de dados, bibliografias, artigos, teses e reportagens sobre o piso EcoPiso, destinado a ter uma energia limpa e renovável gerada por pressão dos pés, analisando sua viabilidade econômica.



Figura 1. Quadra Poliesportiva em Análise.

Fonte: AUTOR (2016).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Piezoelétrico

2.1.1 Características

A descoberta do efeito da piezoeletricidade foi em 1880 pelos irmãos Jacques e Pierre Curie (CASTRO, 2006). A palavra piezoeletricidade vem da junção de duas palavras: a palavra piezo significa pressão e a segunda eletricidade.

A piezoeletricidade tem aptidão de alguns cristais que geram tensão elétrica a uma resposta de uma pressão mecânica produzindo energia elétrica, neste caso a pressão dos pés (NETTO, 1999).

O quartzo, dentro da categoria de poucos cristais, se deformado mecanicamente, permanece polarizado eletricamente, ou melhor, cargas elétricas formam-se nas superfícies do cristal originando assim uma diferença de potencial entre as superfícies (KASAP, 2000). No entanto, este tipo de cristal pode apresentar deformações mecânicas quando sujeito a uma diferença de potencial. Este duplo sintoma pode ser observado em alguns cristais denominando-se piezoeletricidade. O fato de apenas alguns cristais apresentarem esse tipo de característica tem relação com a estrutura cristalina. Estruturas cristalinas que apresentam simetria, ver Figura 2.1 (a) não têm características piezoelétricas, uma vez que após sofrerem deformação mecânica, a sua estrutura permanece simétrica. De outra maneira, cristais com estrutura não-centrosimétrica (Figura 2.1 (b)) quando deformadas podem desenvolver uma variação da polarização elétrica. No processo adverso estes materiais quando sujeitos a uma diferença de potencial sofrem uma deformação (PALHA, 2012).

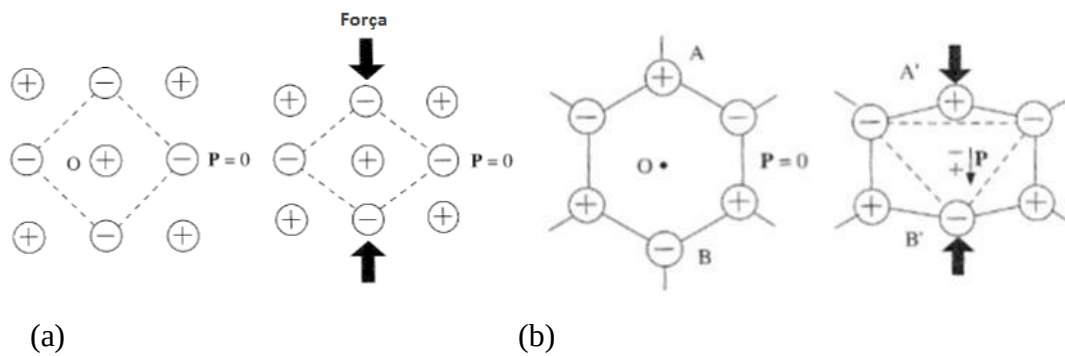


Figura 2. Ilustração gráfica, (a) comportamento não piezoelétrico e (b) comportamento piezoelétrico

Fonte: KASAP (2000).

2.1.2 Propriedades Físicas

O efeito piezoelétrico tem maior facilidade de ser visto em um corpo sólido, o transdutor, dispositivo que transforma uma energia em outra, desenvolvido com materiais piezoelétrico em que são colocados em suas extremidades dois terminais elétricos, os elétrodo. Este corpo não poderá ter uma diferença de potencial, caso sobre ele seja sobreposto uma tensão de compressão, o efeito mecânico (pressão dos pés), haverá um desenvolvimento de diferença de potencial entre os dois elétrodo tendo o efeito direto; do mesmo modo, se for sobreposto uma tensão de tração o potencial exibido será desigual a zero, mas de sinal contrário ao primeiro caso, conforme ilustrado na Figura 2.

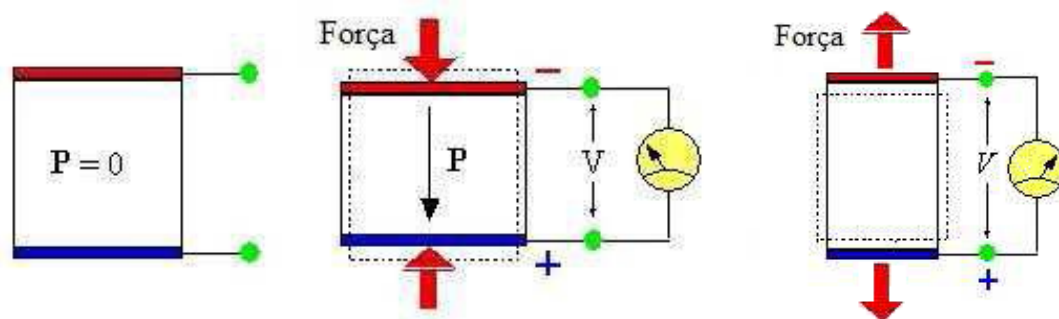


Figura 3. Efeito piezoelétrico direto mediante ação mecânica.

Fonte: PALHA (2012).

Ao invés de se aplicar tensões que alterem a forma do corpo piezoelétrico mecanicamente, se aplicar tensões elétricas, serão induzidas deformações mecânicas no corpo, causando o efeito indireto, conforme Figura 3. Esta característica a que se dá o nome de piezoeletricidade veio permitir à ciência o desenvolvimento de sensores com base nestes efeitos direto e inverso para as mais diversas utilizações (PALHA, 2012).

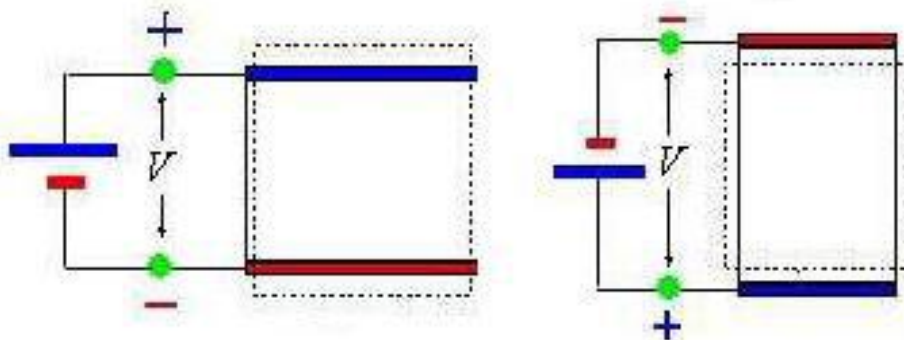


Figura 4. Efeito piezoelétrico inverso.

Fonte: Palha (2012).

Um exemplo de utilização frequente com base no princípio descrito acima é o ensaio de medição de ondas ultrassônicas. Este tipo de ensaio é muito usado na área de engenharia civil para medição da velocidade de propagação das ondas num corpo e prever o módulo de elasticidade dinâmico (MALHOTRA e CARINO, 1991).

2.1.3 Utilização

Os materiais piezoelétricos podem ser utilizados nas mais diversas situações em que a solicitação mecânica esteja sempre associada, podendo ser constituído por diversos materiais, geometrias e configurações (ANTON e SODANO, 2007).

No Brasil não se tem nenhuma empresa que desenvolva os pisos geradores de energia, já em países como Japão, Israel e Holanda contam com desenvolvimento e projetos executados com sucesso (JULIÃO, 2013).

A empresa japonesa *Soundpower* antes de lançar o seu produto realizou testes em duas estações de trens em Tóquio, por onde passam cerca de 2.4 milhões de pessoas por semana,

em que as cabines de ticket e os displays de sinalização do metro são alimentados por placas dessa natureza energética (CHRISTANTE, 2010). Segundo Christante (2010), baseado em informações da *Soundpower*, um adulto com 60 quilos dando um único passo no chão gerador de energia gera em média 0,1 Watt.

A empresa *Sustainable Dance Club* (SDC), em 2008, abriu a primeira balada sustentável do mundo em Roterdã (Holanda). O destaque foi o piso piezoelétrico que transforma a pressão gerada pelos pés sobre a pista de dança em eletricidade e que acende luzes no próprio ambiente (JULIÃO, 2013).

A *Innowattech* que é uma empresa privada israelense instalou em uma estrada da cidade de Haifa (norte de Israel) geradores que transformam em energia elétrica a força mecânica da pressão dos pneus dos veículos; uma única faixa equipada com o gerador piezoelétrico já está fornecendo aos israelenses 0,5 megawatt por hora, o suficiente para alimentar 600 casas durante um mês (SOUZA, 2013).

2.1.4 Desenvolvimento no Brasil

No Brasil, segundo Christante (2010), dois cientistas da Universidade Estadual Paulista (UNESP) estão se dedicando a estudar a nova tecnologia, com objetivo de desenvolver um produto nacional. Apesar de, no exterior a experiência ser bem-sucedida, ainda há desafios e espaço para inovação. Essa nanotecnologia que emprega cerâmicas dotadas de piezoeletricidade, propriedade que certos materiais têm de liberar elétrons em resposta à pressão mecânica, conforme explicado nos item 2.1.1 e 2.1.2.

O estudo é de autoria dos cientistas Walter Sakamoto, do Departamento de Física e Química da Faculdade de Engenharia (FE) de Ilha Solteira e de Maria Aparecida Zaghet, do Departamento de Bioquímica e Tecnologia do Instituto de Química (IQ) de Araraquara. Os cientistas buscam com a pesquisa o diferencial de poder ser mais flexível e ter menor custo, onde a flexibilidade está relacionada à durabilidade, pois os produtos já existentes no mercado com o uso este material vão perdendo sua maleabilidade. A cerâmica colocada no produto, geralmente o titanato zirconato de chumbo, conhecido pela sigla em inglês PZT, precisa se deformar com a pressão mecânica e ter capacidade de voltar ao seu estado inicial uma vez cessado o estímulo, pois é nesse movimento que se gera a energia (CHRISTANTE, 2010).

Para estender a durabilidade do material o cientista Sakamoto está estudando uma mistura de PZT com polímeros, feito com óleo de mamona que tem semelhança ao plástico, sendo uma matéria prima renovável e de menor custo, diferentemente do que fazem os japoneses, que empregam a cerâmica pura. Dessa forma se pode usar menos PZT para obter o mesmo efeito, o que diminui o custo da tecnologia (JULIÃO, 2013 e CHRISTANTE, 2010).

Segundo Maria Aparecida Zaghete, para uma cerâmica gerar eletricidade é preciso que sua estrutura esteja organizada em escala nanométrica (um milhão de vezes menor que um milímetro). Para ser piezoelétrico, o material deve ter sua estrutura molecular de um cubo um pouco deformado, conforme Figura 4. É preciso que haja uma polarização, assim, uma pequena deformação altera o volume da estrutura, o que faz com que elétrons sejam expulsos. A cientista dedica-se em seu laboratório a possibilidade de manipular o cubo deformado de tal forma que ele libere o máximo de elétrons com o mínimo de pressão mecânica. (CHRISTANTE, 2010).

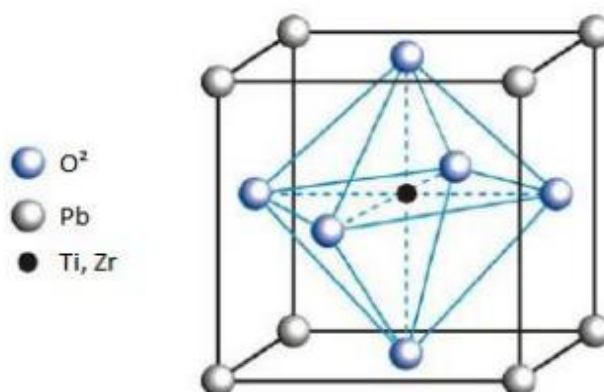


Figura 5. Estrutura Atômica do PZT - Estado Cúbico.

Fonte: SAKAMOTO (2006).

Nessa espécie de alquimia nanotecnológica está sendo pesquisado, por exemplo, a temperatura e a pressão mais adequada para a síntese do PZT, tendo como objetivo aperfeiçoar a propriedade piezoelétrica e tornar o processo mais econômico. Sendo usado um método inovador à base de micro-ondas, se obtém o material em 30 minutos a uma temperatura de 180°C, enquanto o método convencional exige entre 800°C e 1000°C durante 5 horas. Para os cientistas, sobre o perigo de usar um material que contém chumbo o risco ambiental é baixo, pois o metal não é liberado do composto (REYNOL, 2010 e CHRISTANTE, 2010).

2.2 Ecogreens Soluções Sustentáveis

A EcoGreens Soluções Sustentáveis é uma empresa criada em 2009, tendo fundadores todos ambientalistas, acreditando em um novo modelo de cuidar do planeta para este milênio. A empresa foca no desenvolvimento e pesquisas tecnológicas de energias renováveis, energia regenerativa e eficiência energética (ECOGREENS, 2015)

Além disso, a EcoGreens acredita que o planejamento energético deve perpassar em primeiro lugar a questão da eficiência, aproveitando recursos mal aproveitados e melhorando tecnologias e infraestrutura já existente (ECOGREENS,2015).

A empresa tem vários produtos, sendo os principais EcoBike, EcoPista, EcoPiso, EcoTotem, fazendo com que participassem de diversos eventos. A EcoBike (um de seus produtos) foi utilizada em ações do Greenpeace e no festival de musica SWU de 2010, quando mais de 40 mil pessoas geraram energia através das EcoBike para movimentar a enorme roda gigante do evento, participando também do Rock in Rio 2011 com a EcoBike e a EcoPista que tinham a função de carregar celulares das pessoas que participavam do festival (ECOGREENS, 2015).

2.2.1 EcoPiso

O EcoPiso não tem produção no Brasil, precisando ser importado da Holanda, onde é desenvolvido o produto e custeando o mesmo, segundo a EcoGreens está em estudo a possibilidade de ser produzido no Brasil, o que poderá tornar a tecnologia ainda mais acessível, diminuindo os custos com o transporte internacional e impostos de importação.

Segundo a empresa EcoGreens, o EcoPiso possui módulos com o tamanho de 50cm X 50cm X 11,5cm (altura) que geram energia quando são pressionados, qualquer tipo de movimento em cima do piso irá gerar energia, desde uma pequena criança até um carro. Um único módulo tem capacidade de gerar cerca de 10Watts-hora podendo chegar a 15Watts-hora se não houver perda. Para gerar os 10Watts-hora é preciso ter duas (2) pisadas por segundo em média, caso seja um automóvel com um (1) veículo por segundo, temos 15Watts-hora.

Cada EcoPiso possui apenas 4 luzes em sua superfície que acendem sempre que ocorre uma interação, uma forma de demonstrar o funcionamento do piso. O consumo dessas luzes (LEDs) é baixo, tornando a eficiência energética do piso alta. A instalação dos módulos é fixa podendo ser colocados em qualquer local, suportando, vento, chuva, sol e peso (suporta duas (2) toneladas), captando a energia do movimento das pessoas, carros entre outros, não podendo ser retirado do local a todo o momento devido a fiação existente, sendo de total responsabilidade da EcoGreens a instalação.

A energia gerada pode ser utilizada instantaneamente, por exemplo, se tornar a fonte de energia de lâmpadas LED e também pode ser armazenada em uma bateria para o uso posterior.

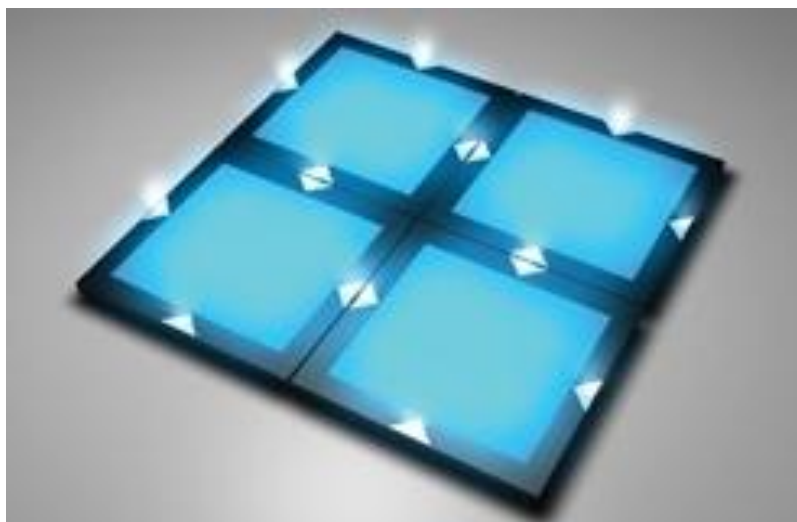


Figura 6. Quatro Módulos do EcoPiso.

Fonte: ECOGREENS (2015).

2.2.2 Especificações Técnicas do EcoPiso

O EcoPiso transforma a energia cinética, ou seja, de movimentos em sua superfície (andar, correr, pular ou dançar) em energia elétrica. Seus módulos podem gerar de 2 a 20 joules, dependendo do peso da pessoa e do tipo de movimento. O equipamento está disponível em dois tamanhos: 750 mm x 750 mm x 115 mm ou 500 mm x 500 mm x 115mm.

Sua parte superior pode ser completamente customizada com diferentes materiais, como cerâmica, borracha, materiais sintéticos, vidro ou bambu. Duas faixas de LED em cada

lado do módulo acendem quando o EcoPiso é utilizado, indicando a conversão de energia ao usuário.

O EcoPiso está classificado na categoria IP67 da Comissão Elétrica Internacional (IEC), o que significa que o equipamento tem a máxima proteção contra poeira e é à prova d'água. Seu invólucro é feito de aço inoxidável.

Há dois cabos para facilitar o encaixe de vários módulos. A saída de energia é em baixa voltagem e pode alcançar, no máximo, 65VDC.



Figura 7. Um módulo de EcoPiso

Fonte: ECOGREENS (2016).

As especificações técnicas do EcoPiso são as seguintes:

- Potência de Saída: máximo de 30W em acionamento contínuo e de 72VCD. A média de geração de energia é de 1 a 10W de potência nominal por módulo;
- Temperatura de operação: entre -40°C e 50°C;
- Padrão IEC 60529: à prova d'água e anti-poeira (IP67);
- Aprovado para uso em ambientes internos e externos;
- Durável e resistente aos raios ultravioletas;
- Possibilidade de colocar luzes de LED.

Segundo a empresa EcoGreens, os módulos de EcoPiso, quando mantidos nas condições indicadas, têm duração mínima de 15 anos.

2.3 Período de Retorno do Investimento – *Payback*

O método de análise de investimento conhecido como *payback* ou período de retorno é muito utilizado pela facilidade de entendimento e praticidade na sua aplicação. O método

transcreve o tempo que será necessário para que o capital inicialmente investido seja recuperado, o que ocorre quando os fluxos de caixa gerados pelo investimento igualam-se ao capital investido (GITMAN, 2001 e PIRES, 2008).

Segundo Westerfield, Ross e Jordan (1998), na regra de *payback* um investimento é plausível quando o seu período calculado é inferior ao tempo de retorno do investimento esperado por quem está investindo. O período máximo de *payback* é um valor estipulado subjetivamente pela cúpula administrativa com base em fatores como tipo de projeto e risco gerado (GITMAN, 2001).

É representada a seguir a fórmula para cálculo do período *payback*:

$$I_0 = \sum_{j=1}^n R_j$$

Equação 1. Período do *Payback*

Fonte: GITMAN (2001).

Onde:

I_0 = Investimento inicial;

R_j = Fluxos de caixa gerados pelo investimento;

n = Vida útil da alternativa.

Caso os fluxos de caixa sejam estáveis, é possível a aplicação da seguinte fórmula:

$$\textit{Payback} = \frac{I_0}{R_j}$$

Equação 2. Base para Avaliação de Projeto.

Fonte: GITMAN (2001).

Este método serve apenas como “base” para avaliação de projetos.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho trata-se de um estudo de caso que foi executado na cidade de Guaíra no Estado do Paraná no ano de 2016.

A pesquisa desenvolvida teve abordagem do tipo qualitativa, quantitativa e teórica descritiva. Sendo qualitativa, pois foi fundamentada em fatos, observações, entre outros. Quantitativa por ter variáveis e dados específicos. Descritiva por correlacionar a teoria com a prática.

Este trabalho analisou a viabilidade e o retorno econômico da implantação do EcoPiso, por meio da produção de energia deste sistema.

3.1 Caracterização da Amostra

O estudo de caso desta pesquisa foi desenvolvido na cidade de Guaíra Paraná, analisando uma quadra poliesportiva no Módulo Esportivo de Guaíra na Rua Olavo Bilac, 2ª Gleba Cia Mate Laranjeira – Centro.

A quadra poliesportiva possui dimensões de 44m x 22m, tendo como área em estudo a quadra de futsal de 40m x 20m, medidas que foram utilizadas para os cálculos, conforme projeto em Anexo 01.

Pode-se verificar na Figura 6 a planta baixa da quadra poliesportiva em estudo.

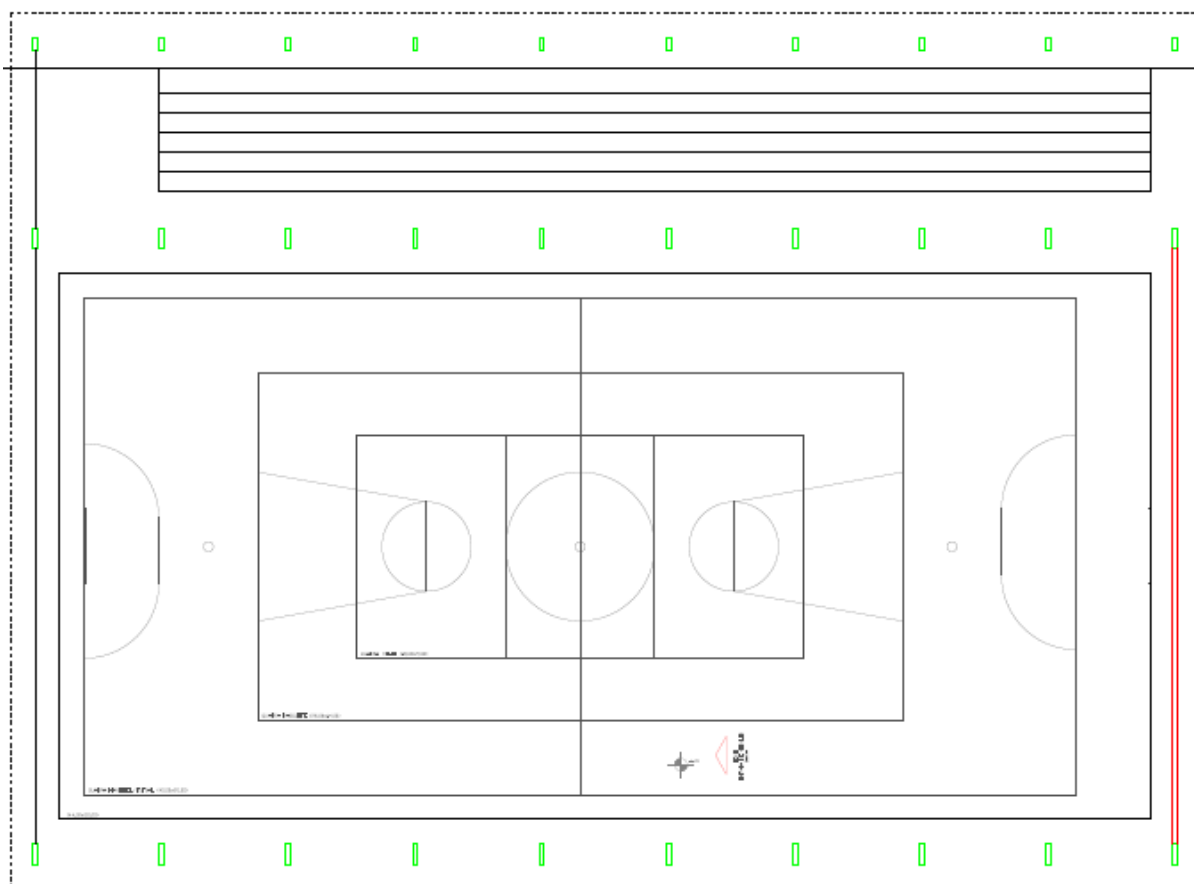


Figura 8. Planta Baixa da Quadra Poliesportiva em Análise.

Fonte: PORTAL GUAÍRA (2015).

3.2 Coleta de Dados

A coleta foi realizada por meio do levantamento de dados na quadra poliesportiva citada por meio de artigos, revistas, sites e visita ao local que será explicada a seguir.

Primeiro: Para que fosse possível identificar a eficiência do EcoPiso (piso piezoelétrico em estudo) entrou-se em contato com a empresa EcoGreens a qual mandou especificações técnicas do EcoPiso.

Segundo: A quantidade de passos dos jogadores foi coletada através do artigo da Revista Brasileira de Futsal e Futebol (2009).

Terceiro: A demanda de energia do estádio foi coletada por meio de dados a partir de contas de energia elétrica do estádio, sendo obtida por meio de visita na Secretaria Municipal de Administração de Guaíra Paraná.

Quarto: A bibliografia necessária para embasar a pesquisa foi obtida por meio de pesquisas realizadas em artigos, revistas, livros, entre outros.

Quinto: A tabela de *payback* foi realizada por meio da junção de todos os dados obtidos, que foi explicada através da Tabela 01 abaixo:

Tabela 1. Tabela do *Payback*.

1ª - Ano
2ª - Energia produzida [kWh]
3ª - Consumo contemp. energia pr. [kWh] consumo interno
4ª - Receita [R\$]
5ª - Economia cons. contemp. [R\$]
6ª - Economia para a compensação [R\$]
7ª - Fluxo de caixa [R\$]
8ª - Fluxo de caixa acumulado [R\$]
9ª - Capital próprio [R\$]
10ª - Valor do kWh [R\$]

Fonte: AUTOR (2016).

Por meio da tabela buscou-se analisar a viabilidade econômica e técnica da implantação de pisos piezoelétrico no ginásio poliesportivo em estudo.

3.2.1 Quantidade Média de Passos em Uma Partida de Futsal

A quantidade média de passos foi analisada através da distância média percorrida por um jogador em uma partida de futsal. A partir deste dado e da estimativa do comprimento de um passo foi feito o cálculo para ter a média aritmética dos passos.

Segundo a Revista Brasileira de Futsal e Futebol (2009), a distância total média percorrida por atletas durante partidas de futsal é de 2432,35 metros, sendo que o andar foi o que ocorreu com maior frequência, tendo os atletas percorrida a distância de 75,01 metros a cada minuto em média. Este estudo teve como objetivo quantificar os deslocamentos dos atletas durante partidas de futsal.

Para Lima (2009), passo refere-se entre o apoio de um pé, até a colocação do pé contrário ao solo, exemplificando, é a distância entre o apoio simples da perna direita até o

toque do pé esquerdo no solo, tendo como medida entre 35cm a 41cm. Conforme ilustra na Figura 7.

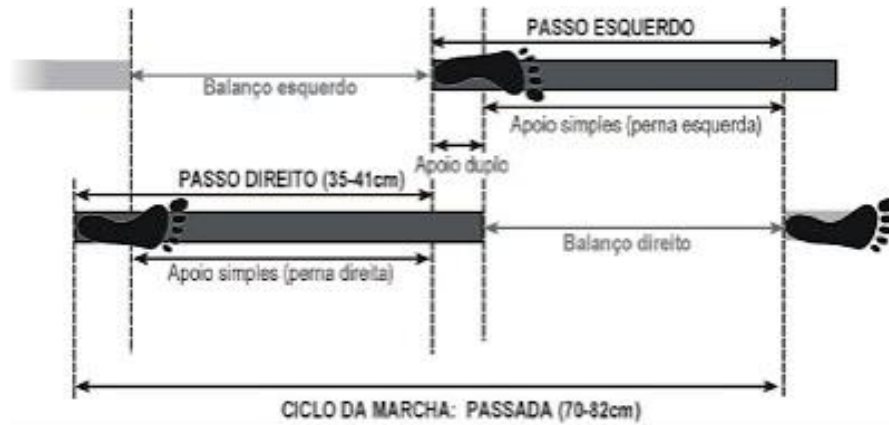


Figura 9. Passo de Uma Pessoa.

Fonte: WILSON LIMA (2009).

A média aritmética é um valor que representa, de forma resumida, os valores da variável x , levando em consideração os elementos da amostra. É definida como a soma de todos os valores da variável (x_j) dividida pelo tamanho da amostra. Se $x_1, x_2, \dots, x_n$ denota uma amostra de n observações, então a média da amostra denota-se por $\bar{x}$ e é calculado de acordo com a Equação 3. (TEIXEIRA, 2013).

$$\bar{x} = \frac{\sum x_j}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Equação 3. Média Aritmética

Fonte: TEIXEIRA (2013).

Então, para se ter a média do passo citada por Lima será: $\bar{x} = \frac{\sum x_j}{n} = \frac{35+41}{2} = 38$ cm.

Considerando que a estimativa do comprimento médio de um passo de uma pessoa adulta é de 0,38 metros, conforme ilustrado acima.

Para o cálculo da média de passos percorridos em uma partida de futsal foi utilizado a fórmula: $P = \frac{d}{l}$; sendo P - passos, d - distância e l - comprimento médio de um passo (SILVEIRA, 2013).

Portanto, têm-se aproximadamente 6401 passos percorridos por um jogador em uma partida de futsal e aproximadamente 197 passos percorridos a cada minuto de jogo.

O cálculo foi baseado nas médias, então um jogador de futsal efetua 6401 passos por partida, lembrando que está incluso na média da pesquisa da Revista Brasileira de Futsal e Futebol (2009) goleiro, fixo, ala e pivô.

3.2.2 Cronograma de Jogos no Trimestre

O cronograma da quadra poliesportiva Módulo Esportivo foi adquirido junto à Secretaria de Esporte e Lazer de acordo com o cronograma anexado (Anexo 02).

De acordo com a análise do cronograma (Anexo 02) o horário de maior funcionamento do local em estudo é o horário de ponta (aqueles horários em que a concessionária possui maior demanda) iniciando às 18h e com término às 21h. Durante o horário de verão, é acrescida uma hora ao início e ao fim do horário de ponta.

Analisando o cronograma anexado, a média aritmética dos meses de julho, agosto e setembro é de 40 horários mensais reservados para jogos e 160 horários anuais. Considerando que uma partida de futsal tem 40min e os excedentes de 20min para completar uma hora, então se tem em média 60 jogos por mês, conforme Equação 4.

$$\frac{(40\text{horários} = 2400\text{min})}{40\text{min}} = 60 \text{ jogos.}$$

Equação 4. Quantidade média de jogos por mês.

Fonte: AUTOR (2016).

De acordo com as faturas anexadas ao mês de referência:

- Julho de 2016 obteve um consumo médio diário de 40,75kWh e em 31 dias 1222,5kWh com custo de R\$ 901,98.
- Agosto de 2016 obteve um consumo médio diário de 37,90kWh e em 30 dias 1137kWh com custo de R\$ 731,21.
- Setembro de 2016 obteve um consumo médio diário de 35,86kWh e em 31 dias 1076kWh com custo de R\$ 690,24.

A média aritmética do consumo de energia elétrica da quadra poliesportiva no trimestre foi analisada através das contas de luz recentes conforme a fórmula citada acima de Teixeira (2013), ilustrada na Tabela 02 a seguir.

Tabela 2. Consumo Médio de Energia Elétrica no Trimestre.

Mês de Referência	Consumo Médio Diário (kWh)	Total Faturado (kWh)	Valor da Fatura (R\$)
Julho	40,75	1222,5	901,98
Agosto	37,9	1137	731,21
Setembro	35,86	1076	690,24
MÉDIA ARITMÉTICA	38,17	1145,166667	774,4766667

Fonte: AUTOR (2016).

O consumo médio do Módulo Esportivo no trimestre (Julho, Agosto e Setembro) é de 1145,17 kWh.

4.1.2 Economia de Energia Gerada

A quadra poliesportiva em análise é de 40m x 20m, com área de 800m², ilustrada na Figura 10 em planta baixa.

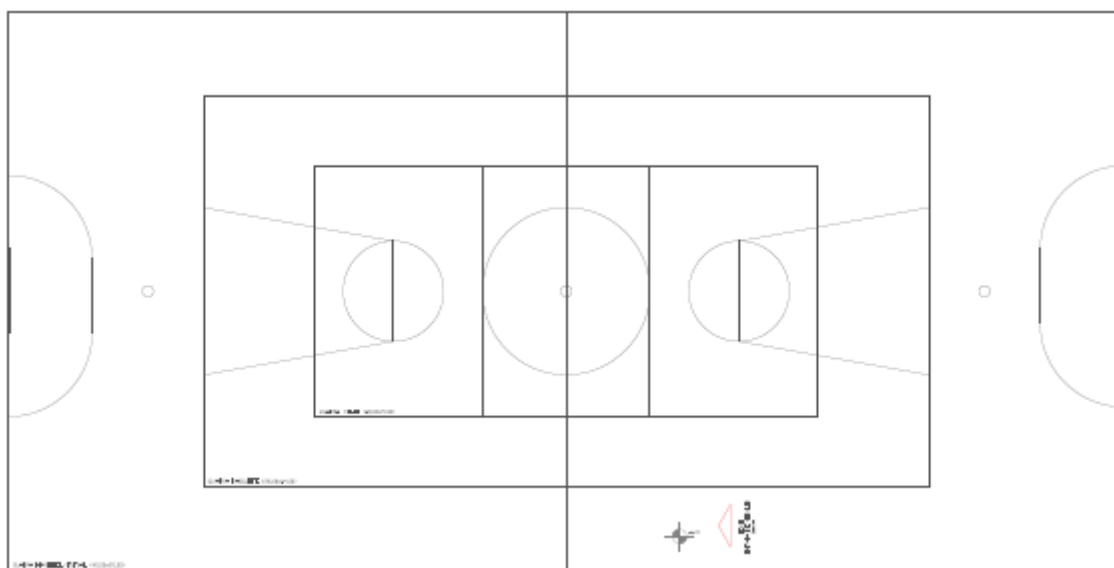


Figura 11. Planta Baixa da Quadra de Futsal em Análise.

Fonte: PREFEITURA DE GUAÍRA-PR (2016).

Utilizando o módulo maior do EcoPiso de 750mm x 750mm x 115mm, faz-se uma conta básica de divisão: área da quadra por área do módulo; com isto se tem a quantidade necessária de módulos para revestir o piso da quadra que seriam de aproximadamente 1423 módulos de acordo com a Equação 4.

$$\text{Quantidade de módulos: } \frac{(40\text{m} \times 20\text{m})}{(0,75\text{m} \times 0,75\text{m})} = 1423 \text{ módulos.}$$

Equação 5. Quantidade de módulos do EcoPiso necessários para a quadra em estudo.

Fonte: AUTOR (2016).

Cada módulo, segundo a empresa EcoGreens, tem uma capacidade de gerar cerca de 10Wh considerando uma perda e 15Wh sem perda, de acordo com o tópico 2.2.1, então a quadra com 1423 módulos gera uma energia de 14230Wh (considerando com a perda) e 21345Wh (sem perda). Para o cálculo utilizou-se a quantidade de módulo multiplicado pela quantidade de energia gerada por um módulo conforme Equação 5 e 6.

$$1423 \text{ módulos} \times 10\text{Wh} = 14230 \text{ Wh com perda de energia.}$$

Equação 6. Capacidade dos módulos gerarem energia com perda.

Fonte: AUTOR (2016).

$$1423 \text{ módulos} \times 15 \text{ Wh} = 21345 \text{ Wh sem perda de energia.}$$

Equação 7. Capacidade dos módulos gerarem energia sem perda.

Fonte: AUTOR (2016).

De acordo com o tópico 2.2.1, para gerar 10Wh são necessárias duas (2) pisadas por segundo, logo em uma hora efetuam-se 7200 passos de acordo com a Equação 7. Cada partida de futsal dura 40 minutos (2400 segundos), logo para gerar energia para o tempo de uma partida são necessários que um jogador realize 4800 passos conforme Equação 8.

$$(1\text{hora} = 3600\text{s}) \times 2 \text{ pisadas} = 7200 \text{ passos.hora}$$

Equação 8. Quantidade de passos necessários por hora.

Fonte: AUTOR (2016).

$$(40\text{min} = 2400\text{s}) \times 2 \text{ pisadas} = 4800 \text{ passos.hora}$$

Equação 9. Quantidade de passos necessários por partida de futsal.

Fonte: AUTOR (2016).

Entretanto, um jogador executa em média 6401 passos em uma partida de futsal, ou seja, mais que o necessário.

Este jogador está produzindo, em energia elétrica, 8,90Wh por partida; para o cálculo foi feito a divisão de 10Wh por 7200 passos, tendo $1,39 \times 10^{-3}$ Wh por passo, multiplicado pela quantidade de passos do jogador na partida de 40min chegou-se ao resultado de 8,90Wh, de acordo com a Equação 9 e 10.

$$\frac{10 \text{ Wh}}{7200 \text{ passos}} = 1,39 \times 10^{-3} \text{ Wh/passos.}$$

Equação 10. Capacidade em Wh por passo.

Fonte: AUTOR (2016).

$$(1,39 \times 10^{-3}) \frac{\text{Wh}}{\text{passo}} \times 6401 \text{ passos} = 8,90 \text{ Wh.}$$

Equação 11. Capacidade em Wh de um jogador por partida de futsal.

Fonte: AUTOR (2016).

Em cada partida de futsal são necessários dez (10) jogadores, cinco (5) em cada time em quadra, então, 8,90Wh produzido por um jogador multiplicado pelo total de jogadores em quadra produziu 89Wh por partida mostrado a seguir na Equação 11.

$$8,90\text{Wh} \times 10 \text{ jogadores} = 89\text{Wh}.$$

Equação 12. Capacidade em Wh produzido pelos jogadores em quadra.

Fonte: AUTOR (2016).

O local em estudo apresentou uma média de 40 horários mensais reservados, em torno de 60 jogos mensais, considerando os 20min de sobra de cada horário reservado. Portando 60 jogos multiplicados pela capacidade total de jogadores em quadra é de 5340Wh por mês, apenas nos horários das 19 horas até 21 horas.

$$60 \text{ jogos/mês} \times 89\text{Wh/jogo} = 5340\text{Wh/mês}.$$

Equação 13. Capacidade em Wh produzido por mês.

Fonte: AUTOR (2016).

Sendo assim, com a implantação do EcoPiso e considerando a média do gasto faturado de 1145,17kWh, há uma economia de energia mensal de 5,34kWh, reduzindo a conta para 1139,89kWh mostrado na Equação 13 a seguir.

$$1145,17\text{kWh} - 5,34\text{kWh} = 1139,89\text{kWh}$$

Equação 14. Resultado final na fatura de energia proporcionado com EcoPiso.

Fonte: AUTOR (2016).

Logo, no período de um ano resulta na economia de 64,08kWh o que significa 0,46% da fatura, de acordo com a Equação 14 e 15.

$$12 \text{ meses} \times 5,34\text{kWh} = 64,08\text{kWh.ano}.$$

Equação 15. Economia anual em kWh.

Fonte: AUTOR (2016).

$$\frac{5,34\text{kWh} \times 100\%}{1145,17\text{kWh}} = 0,46\%$$

Equação 16. Porcentagem de economia referente à média da fatura.

Fonte: AUTOR (2016).

4.1.3 Viabilidade Econômica e Período de Retorno do Capital (*Payback*)

Com o intuito de executar os cálculos de *payback* houve a junção de todos os dados, desde a capacidade geradora de energia anual do piso EcoPiso até o valor do investimento inicial. Tais dados possibilitaram fazer uma tabela a qual, mediante cálculos, irá demonstrar em quanto tempo haverá o retorno de capital investido, que será esclarecido por meio da Tabela 03 abaixo.

Tabela 3. Tabela do *Payback*.

1ª - Ano	2016	2017
2ª - Energia produzida [kWh]	64,08	63,57
3ª - Consumo contemp. energia pr. [kWh] consumo interno	64,08	63,57
4ª - Receita [R\$]	82,21	92,29
5ª - Economia cons. contemp. [R\$]	41,11	46,14
6ª - Economia para a compensação [R\$]	41,11	46,14
7ª - Fluxo de caixa [R\$]	82,21	92,29
8ª - Fluxo de caixa acumulado [R\$]	-12.934.949,79	-12.934.857,50
9ª - Capital próprio [R\$]	12.935.032,00	13.905.389,05
10ª - Valor do kWh [R\$]	0,641487	0,725887

Fonte: AUTOR (2016).

Na Tabela 03 acima, a primeira linha indica os anos sequenciais a partir de 2016. A segunda linha da tabela, chamada energia produzida, mostra a energia produzida pelo piso EcoPiso anual. Em sequência, a terceira linha evidencia o consumo de energia útil gerada pelo piso, ou seja, a mesma quantidade de energia produzida (2ª linha), pelo motivo do EcoPiso não gerar energia excedente ao consumido pela quadra poliesportiva, então não necessita repassar para a concessionária (COPEL). A quarta linha (Receita) e a sétima linha (fluxo de caixa) resultam da soma da quinta e sexta linha. A quinta e sexta linha resultam da multiplicação do valor unitário do kWh (10ª linha) pela segunda e terceira linha.

Subtraindo-se o valor do investimento (capital próprio) do valor calculado na quarta, quinta, sexta e sétima linhas o qual será descontado anualmente da fatura de energia é

indicado na oitava linha. A linha do capital próprio descreve o valor total do investimento feito; e a décima linha representa o valor unitário do kWh emitido pela COPEL (Concessionária Paranaense de Energia Elétrica) com reajustes anuais de impostos de 8,44%.

Realizados todos os cálculos, constatou-se que não terá período de retorno, iniciando pelo ano de 2016 com saldo negativo e permanecendo negativo. De acordo com a Tabela 04, verificou-se o resultado após o período de 100 anos negativos, tendo uma economia de apenas R\$38.121,74 neste período.

Tabela 4. Tabela do *Payback* – Retorno Não Constatado.

2113	2114	2115	2116
29,40	29,17	28,93	28,70
29,40	29,17	28,93	28,70
519,11	519,88	520,61	521,29
259,56	259,94	260,30	260,64
259,56	259,94	260,30	260,64
519,11	519,88	520,61	521,29
-12.898.389,83	-12.897.869,95	-12.897.349,34	-12.896.828,05
14.402.842.896,84	15.483.056.240,33	16.644.285.584,59	17.892.607.129,66
8,828287	8,912687	8,997087	9,081487

Fonte: AUTOR (2016).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi verificar a funcionalidade de geração de energia com pisos piezoelétricos, analisando a economia alcançada por essa energia gerada.

O assunto em estudo obteve os objetivos propostos com dificuldade mediana, de forma que a obtenção dos dados em análise aconteceu de forma rápida e exata, por conseguinte houve facilidade para a realização da pesquisa.

Feito a análise técnica, conclui-se que a implantação do piso EcoPiso na quadra poliesportiva de Guaíra- PR é inviável, pois possui custo elevado e ineficiência energética. Mediante os resultados demonstrados pela tabela de *payback* verificou-se que o retorno econômico do investimento é nulo, já que tal retorno permanecerá negativo.

Devido ao tamanho da área da quadra poliesportiva e a quantidade de passos produzidos pelos jogadores de futsal resultam em uma produção insignificante de energia. Destaca-se também que a quantidade de energia produzida por meio dos passos no período estudado resulta em uma economia de 0,46% ao ano da energia consumida.

Portanto, o EcoPiso o qual tem capacidade de fornecer 10Wh por módulo a cada 7200 passos aplicados é interessante para locais que tenham grandes fluxos de pessoas.

Por fim, é importante frisar que o EcoPiso não tem o intuito de lucratividade, mas sim a obtenção de energia alternativa e sustentável. Futuramente, com os avanços tecnológicos, poderá existir a diminuição de custos e o aumento de eficiência energética, tornando a implantação dos pisos piezoelétricos viáveis.

6 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Com os conhecimentos obtidos através do desenvolvimento deste estudo, sugere-se a elaboração dos seguintes trabalhos:

- Implementação do piso em ambientes com maior fluxo de pessoas fazendo-se comparação com resultados obtidos nesta análise.
- Utilizar pisos piezoelétrico diversos do analisado para viabilidade em uma quadra poliesportiva.
- Pesquisar pisos piezoelétrico com maior eficiência energética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTON S.R., SODANO H.A. (2007), *A review of power harvesting using piezoelectric materials (2003-2006)*, *Smart Materials and Structures*, 16, R1-R21.

CASTRO H.. **Sensores e Atuadores baseados em polímeros piezoelétricos**. 2006 (Tese de Mestrado) Universidade do Minho.

CHRISTANTE L.. **Energia sob nossos pés, nova fonte de energia limpa e sustentável vem do chão**. 2010 (Revista UNESP Ciência, Edição Número: 07) Disponível em: <<http://www.unesp.br/aci/revista/ed07/>>. Acesso em: 05/05/2015.

ECOGREENS **Soluções sustentáveis**. 2015 Disponível em: <http://www.ecogreens.com.br//home/index_site>. Acesso em: 04/06/2015

GITMAN L. J. **Princípios da Administração Financeira – essencial**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

JULIÃO A.. **Energia limpa sob nossos pés**. 2015 (Revista Istoé, Edição Número: 2114) Disponível em: <http://www.istoe.com.br/reportagens/73214_ENERGIA+LIMPA+SOB+NOSSOS+PES>. Acesso: 05/05/2015.

KASAP O.S. (2000), *Principles of Electrical Engineering Materials and Devices*, McGraw-Hill International Editions, Revised Edition.

KOSKI R. H., NAVARRO A. C., PATRÍCIO E., SILINGARDI M. C. A **Caracterização Do Esforço Físico No Futsal**. 2009 (Revista Brasileira de Futsal e Futebol, Edição: Maio/Junho/Julho/Agosto). Disponível em: <<http://www.rbff.com.br/index.php/rbff/article/viewFile/17/1>>. Acesso em: 03/10/2016.

LIMA W. **Marcha humana: não confunda passada e passo**. 2009 Disponível em: <<http://wilsonpereiralima.blogspot.com.br/2009/06/marcha-humana-nao-confunda-passada-e.html>>. Acesso em: 03/10/2016.

MALHOTRA V.M., CARINO N.J. (1991), *CRC handbook on nondestructive testing of concrete*, editors Malhotra V.M. and Carino N.J., Boca Raton: CRC Press. ISBN 0-8493-2984-1.

NETTO L. F. **Produzindo energia elétrica**. 1999 Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala12/12_T05.asp>. Acesso em: 05/05/2015.

PALHA C. A. O. F. **Desempenho de materiais piezoelétricos para aplicações rodoviárias**. 2012 (Mestrado Integrado, Curso de Engenharia Civil) – Universidade do Minho.

PIRES S. E. **Fundamentos de Custos**. In: **Finanças Corporativas**. Rio de Janeiro: Elsavier, 2008.

REYNOL F. **Geração de energia piezoelétrica: passos que iluminam.** 2010 (Centro de Estudos em Sustentabilidade – FGV) Disponível em: <<http://www.bv.fapesp.br/namidia/noticia/36309/geracao-energia-piezoelétrica-passos-iluminam/>>. Acesso em: 10/05/2015

ROSS S. A.; WESTERFIELD R. W.; JORDAN B.D. **Princípios de administração financeira**, São Paulo: Atlas, 1998.

SAKAMOTO J. M. S. **Sensor em fibra óptica aplicada à caracterização de atuadores piezoelétricos.** 2006 (Dissertação) Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista.

SILVEIRA F. L. **Estime a ordem de grandeza do número de passos dados por um adulto, em caminhada normal, num percurso de 30 km.** 2013 (Instituto de Física, Centro de Referência para o Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/?area=questions&id=420>>. Acesso em: 03/10/2016.

SOUZA F. A. B. A. **Sustentabilidade aplicada à logística de transporte terrestre e estudo da energia piezoelétrica no Brasil.** 2013 Artigo do IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão.

TEIXEIRA P. J. M. **Para além do cálculo da média aritmética.** 2013 (VI Congresso Internacional de Ensino da Matemática - ULBRA) Disponível em: <<http://www.conferencias.ulbra.br/index.php/ciem/vi/paper/viewFile/1427/441>>. Acesso em: 03/10/2016.

WODZINSKY HTTP I. **Dicas de especialistas para a construção de instalações esportivas.** 2007 (Gazeta do Povo) Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/imoveis/dicas-de-especialistas-para-a-construcao-de-instalacoes-esportivas-ajtb0v70x7g92bnio3qjo7gi6>> Acesso em: 10/1/2016.

ANEXOS

Anexo 01: Conta de luz da quadra poliesportiva em estudo.



COPEL

Copel Distribuição S.A.
José Lindero Bianetto, 158 B.C - Mossangul - Curitiba PR - CEP 81200-240
CNPJ: 04.368.898/0001-06 - IE 80.233.073-99 - IM 423.882-4



PARANÁ

www.copel.com
0800 51 00 116

MUNICÍPIO DE GUAIRA
PM GUA ADMINISTRACAO
R OLAVO BILAC, - PM GUA MODULO ESPORTIVO
2A GLEBA CIA MATE LARANJEIRA - GUAIRA - PR - 85980-000
83408 01 010 458800
CNPJ 77.857.183/0001-90

Mês de referência
Setembro/2016

Vencimento
25/10/2016

Nº de Identificação
9778861

VALOR A PAGAR
R\$ 690,24

FAT-01-20163919097711- 07

responsável pela manutenção da Iluminação Pública: Município 44 420001

Informações Técnicas

Poder/Ppm-Adm Publica Em Geral

Leitura Anterior	Leitura Atual	Medido	Constante de Multiplicação	Total Faturado	Consumo Médio Diário	Data de Apresentação	Próxima Leitura Prevista
17/08/2016 84058	18/09/2016 85132	30 dias 1076 kWh	1	1076 kWh	35,86 kWh	18/10/2016	18/10/2016

Nº Medidor: MD 0302440289 - Trifásico

Histórico de Consumo e Pagamento

Mês	kWh	Dt.Pgto.	Valor
8/2016	1137	28/09/2016	731,21
7/2016	1345	23/08/2016	901,98
6/2016	1055	25/07/2016	805,00
5/2016	1389	24/06/2016	1.065,11
4/2016	1519	23/05/2016	1.188,10
3/2016	1260	18/04/2016	1.021,21
2/2016	1607	23/03/2016	1.346,71
1/2016	1588	23/02/2016	1.345,68
12/2015	1348	22/01/2016	1.135,25
11/2015	1482	23/12/2015	1.230,52
10/2015	1707	25/11/2015	1.389,68
9/2015	1385	23/10/2015	1.136,61

Valores Faturados

NOTA FISCAL/CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA Nº 003.263.710- SÉRIE B
Emitida em 18/09/2016

Produto	Un.	Consumo	Valor Unitário	Valor Total	Base Aliq.	Alíq. ICMS
ENERGIA ELÉTRICA CONSUMO	kWh	1076	0,641487	690,24	690,24	25,00%

Indicadores de Qualidade

Conjunta: GUAIRA
Mês Ref: 07/2016

	DEC	FIC	DMIC	DMCR	EU50 (RS)
Realizado:	0,00	0,00	0,00	-	-
Limite Mensal:	5,31	3,30	3,03	12,22	261,12
Limite Trimestral:	10,62	6,60	-	-	-
Limite Anual:	21,25	13,20	-	-	-

Tensão Contratada: 127/220 volts
Limite Adequado de Tensão: 117 a 133/002 a 231 volts

O não cumprimento dos indicadores DEC, FIC, DMIC e DMCR indicados pela ANEEL resulta em compensação financeira ao consumidor pelo cancelamento do faturamento. É direito do consumidor solicitar a apuração destes indicadores a qualquer tempo.

Base de Cálculo do ICMS	Valor ICMS	Valor Total da Nota Fiscal
690,24	200,17	890,24

Composição dos Valores	Reservado ao Fisco
Distribuição 142,01	B587.2DBE.FC6F.E8BA.AC97.CB7B.9DC1.DCF3
Enc. Setorial 51,98	
Energia 248,96	
Transmissão 10,54	
Tributos 236,75	
Total 690,24	

Aviso de Vencimento

INCLUI NA FATURA PIS R\$6,56 E COFINS R\$30,00 CONFORME RES. ANEEL 130/2005.
FATURA AGRUPADA - NÃO RECEBER
O não pagamento da fatura 15 dias após o vencimento acarretará inclusão no cadastro de inadimplentes CADINPR.
A qualquer tempo pode ser solicitado o cancelamento de valores não relacionados à prestação do serviço de energia elétrica, como convênios e doações.
Período Band.Tarif.: Verde:18/08-18/09

Anexo 02: Cronograma de jogos no trimestre.

	04/jul	05/jul	06/jul	07/jul	08/jul	11/jul	12/jul
Hora s	Segunda- Feira	Terça- Feira	Quarta- Feira	Quinta- Feira	Sexta- Feira	Segunda- Feira	Terça- Feira
14:00							
15:00							
16:00							
17:00							
18:00							
19:00							
20:00							
21:00							

13/jul	14/jul	15/jul	18/jul	19/jul	20/jul	21/jul
Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira

22/jul	25/jul	26/jul	27/jul	28/jul	29/jul
Sexta-Feira	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira

	01/ago	02/ago	03/ago	04/ago	05/ago	08/ago
	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Segunda-Feira
14:00						
15:00						
16:00						
17:00						
18:00						

19:00						
20:00						
21:00						

09/ago	10/ago	11/ago	12/ago	15/ago	16/ago	17/ago	18/ago
Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira

[illegible]

	01/set	02/set	05/set	06/set	07/set	08/set	09/set
	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira
14:00					Feriado		
15:00					Feriado		
16:00					Feriado		
17:00					Feriado		
18:00					Feriado		
19:00					Feriado		
20:00					Feriado		
21:00					Feriado		

0					
---	--	--	--	--	--

[illegible][illegible]

Anexo 03: Tabela de *Payback*.

Ano	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Energia produzida [kWh]	64,08	63,57	63,06	62,55	62,05	61,56	61,07
Consumo contemp. energia pr. [kWh] consumo interno	64,08	63,57	63,06	62,55	62,05	61,56	61,07
Receita [R\$]	82,21	92,29	102,19	111,93	121,51	130,93	140,19
Economia cons. contemp. [R\$]	41,11	46,14	51,10	55,97	60,76	65,47	70,10
Economia para a compensação [R\$]	41,11	46,14	51,10	55,97	60,76	65,47	70,10
Fluxo de caixa acumulado [R\$]	- 12.934.949,79	- 12.934.857,50	- 12.934.755,31	- 12.934.643,38	- 12.934.521,86	- 12.934.390,93	- 12.934.250,74
Capital próprio [R\$]	12.935.032,00	13.905.389,05	14.948.419,45	16.069.677,14	17.275.029,15	18.570.782,57	19.963.717,49
Montante [R\$]	82,21	174,50	276,69	388,62	510,14	641,07	781,26

Valor do kWh [R\$]	0,6414 87	0,7258 87	0,8102 87	0,8946 87	0,9790 87	1,0634 87	1,1478 87
---------------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
60,58	60,09	59,61	59,13	58,66	58,19	57,73	57,26	56,81	56,35
60,58	60,09	59,61	59,13	58,66	58,19	57,73	57,26	56,81	56,35
149,30	158,24	167,04	175,69	184,18	192,53	200,74	208,80	216,72	224,49
74,65	79,12	83,52	87,84	92,09	96,27	100,37	104,40	108,36	112,25
74,65	79,12	83,52	87,84	92,09	96,27	100,37	104,40	108,36	112,25
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.934. 101,45	12.933. 943,20	12.933. 776,16	12.933. 600,48	12.933. 416,29	12.933. 223,76	12.933. 023,02	12.932. 814,23	12.932. 597,51	12.932. 373,02
21.461. 122,53	23.070. 832,95	24.801. 271,65	26.661. 493,25	28.661. 231,48	30.810. 950,07	33.121. 897,55	35.606. 166,10	38.276. 754,78	41.147. 637,62
930,55	1.088,8 0	1.255,8 4	1.431,5 2	1.615,7 1	1.808,2 4	2.008,9 8	2.217,7 7	2.434,4 9	2.658,9 8
1,23228 7	1,31668 7	1,40108 7	1,48548 7	1,56988 7	1,65428 7	1,73868 7	1,82308 7	1,90748 7	1,99188 7

2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
55,90	55,45	55,01	54,57	54,13	53,70	53,27	52,84	52,42	52,00
55,90	55,45	55,01	54,57	54,13	53,70	53,27	52,84	52,42	52,00
232,13	239,64	247,01	254,24	261,35	268,32	275,16	281,88	288,48	294,95
116,07	119,82	123,50	127,12	130,67	134,16	137,58	140,94	144,24	147,47
116,07	119,82	123,50	127,12	130,67	134,16	137,58	140,94	144,24	147,47
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.932. 140,88	12.931. 901,25	12.931. 654,24	12.931. 400,00	12.931. 138,65	12.930. 870,34	12.930. 595,17	12.930. 313,29	12.930. 024,81	12.929. 729,86
44.233. 836,67	47.551. 500,65	51.117. 989,43	54.951. 964,86	59.073. 488,46	63.504. 126,32	68.267. 062,02	73.387. 217,90	78.891. 385,47	84.808. 365,61
2.891,1 2	3.130,7 5	3.377,7 6	3.632,0 0	3.893,3 5	4.161,6 6	4.436,8 3	4.718,7 1	5.007,1 9	5.302,1 4
2,07628 7	2,16068 7	2,24508 7	2,32948 7	2,41388 7	2,49828 7	2,58268 7	2,66708 7	2,75148 7	2,83588 7

2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
51,59	51,17	50,76	50,36	49,96	49,56	49,16	48,77	48,38	47,99
51,59	51,17	50,76	50,36	49,96	49,56	49,16	48,77	48,38	47,99
301,30	307,52	313,63	319,62	325,50	331,26	336,91	342,45	347,87	353,19
150,65	153,76	156,82	159,81	162,75	165,63	168,45	171,22	173,94	176,59
150,65	153,76	156,82	159,81	162,75	165,63	168,45	171,22	173,94	176,59
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.929. 428,57	12.929. 121,04	12.928. 807,41	12.928. 487,79	12.928. 162,29	12.927. 831,03	12.927. 494,12	12.927. 151,67	12.926. 803,80	12.926. 450,61
91.169.	98.006.	105.357	113.259	121.754	130.885	140.702	151.255	162.599	174.794

2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072
43,93	43,58	43,23	42,89	42,54	42,20	41,86	41,53	41,20	40,87
43,93	43,58	43,23	42,89	42,54	42,20	41,86	41,53	41,20	40,87
404,89	409,01	413,04	416,97	420,82	424,57	428,24	431,83	435,33	438,74
202,45	204,51	206,52	208,49	210,41	212,29	214,12	215,91	217,66	219,37
202,45	204,51	206,52	208,49	210,41	212,29	214,12	215,91	217,66	219,37
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.922. 244,31	12.921. 835,30	12.921. 422,26	12.921. 005,29	12.920. 584,48	12.920. 159,90	12.919. 731,66	12.919. 299,83	12.918. 864,51	12.918. 425,76
387.278 .309,87	416.324 .309,34	447.548 .758,76	481.115 .041,90	517.198 .796,27	555.988 .832,22	597.688 .120,87	642.514 .856,16	690.703 .596,60	742.506 .492,58
12.787, 69	13.196, 70	13.609, 74	14.026, 71	14.447, 52	14.872, 10	15.300, 34	15.732, 17	16.167, 49	16.606, 24
4,60828 7	4,69268 7	4,77708 7	4,86148 7	4,94588 7	5,03028 7	5,11468 7	5,19908 7	5,28348 7	5,36788 7

[illegible]

12.917. 983,69	12.917. 538,36	12.917. 089,86	12.916. 638,27	12.916. 183,66	12.915. 726,12	12.915. 265,72	12.914. 802,53	12.914. 336,63	12.913. 868,09
798.19	858.05	922.41	991.59	1.065.9	1.145.9	1.231.8	1.324.2	1.423.5	1.530.3
4.605,7 5	9.327,4 1	3.903,1 9	5.072,1 6	64.828, 80	12.317, 19	55.867, 21	45.183, 48	63.698, 47	31.102, 08
17.048, 31	17.493, 64	17.942, 14	18.393, 73	18.848, 34	19.305, 88	19.766, 28	20.229, 47	20.695, 37	21.163, 91
5,4522 87	5,5366 87	5,6210 87	5,7054 87	5,78988 7	5,87428 7	5,95868 7	6,04308 7	6,12748 7	6,21188 7

2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092
37,41	37,11	36,82	36,52	36,23	35,94	35,65	35,37	35,08	34,80
37,41	37,11	36,82	36,52	36,23	35,94	35,65	35,37	35,08	34,80
471,11	473,60	476,03	478,38	480,67	482,89	485,05	487,14	489,16	491,12
235,55	236,80	238,01	239,19	240,34	241,45	242,52	243,57	244,58	245,56
235,55	236,80	238,01	239,19	240,34	241,45	242,52	243,57	244,58	245,56
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.913. 396,98	12.912. 923,38	12.912. 447,35	12.911. 968,97	12.911. 488,30	12.911. 005,40	12.910. 520,35	12.910. 033,22	12.909. 544,05	12.909. 052,93
1.645.1	1.768.4	1.901.1	2.043.7	2.196.9	2.361.7	2.538.8	2.729.3	2.934.0	3.154.0
06.060, 97	89.141, 77	25.953, 63	10.526, 38	88.942, 09	63.238, 97	95.608, 12	12.904, 96	11.499, 06	62.487, 72
21.635, 02	22.108, 62	22.584, 65	23.063, 03	23.543, 70	24.026, 60	24.511, 65	24.998, 78	25.487, 95	25.979, 07
6,29628 7	6,38068 7	6,46508 7	6,54948 7	6,63388 7	6,71828 7	6,80268 7	6,88708 7	6,97148 7	7,05588 7

2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099	2100	2101	2102
34,52	34,25	33,97	33,70	33,43	33,16	32,90	32,64	32,38	32,12
34,52	34,25	33,97	33,70	33,43	33,16	32,90	32,64	32,38	32,12
493,02	494,86	496,64	498,35	500,01	501,61	503,15	504,63	506,06	507,43
246,51	247,43	248,32	249,18	250,00	250,80	251,57	252,32	253,03	253,72
246,51	247,43	248,32	249,18	250,00	250,80	251,57	252,32	253,03	253,72
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.908. 559,91	12.908. 065,05	12.907. 568,41	12.907. 070,06	12.906. 570,05	12.906. 068,45	12.905. 565,30	12.905. 060,67	12.904. 554,61	12.904. 047,18
3.390.6	3.644.9	3.918.2	4.212.1	4.528.0	4.867.6	5.232.7	5.625.2	6.047.0	6.500.6
17.300, 53	13.724, 30	82.379, 85	53.684, 57	65.337, 14	70.363, 65	45.767, 15	01.825, 92	92.089, 09	24.122, 00
26.472, 09	26.966, 95	27.463, 59	27.961, 94	28.461, 95	28.963, 55	29.466, 70	29.971, 33	30.477, 39	30.984, 82
7,14028 7	7,22468 7	7,30908 7	7,39348 7	7,47788 7	7,56228 7	7,64668 7	7,73108 7	7,81548 7	7,89988 7

2103	2104	2105	2106	2107	2108	2109	2110	2111	2112
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

31,86	31,60	31,35	31,10	30,85	30,61	30,36	30,12	29,88	29,64
31,86	31,60	31,35	31,10	30,85	30,61	30,36	30,12	29,88	29,64
508,75	510,01	511,23	512,39	513,50	514,55	515,56	516,52	517,43	518,30
254,37	255,01	255,61	256,19	256,75	257,28	257,78	258,26	258,72	259,15
254,37	255,01	255,61	256,19	256,75	257,28	257,78	258,26	258,72	259,15
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.903.538,43	12.903.028,42	12.902.517,19	12.902.004,80	12.901.491,31	12.900.976,75	12.900.461,19	12.899.944,67	12.899.427,24	12.898.908,94
6.988.171.057,38	7.512.284.012,91	8.075.705.440,11	8.681.383.474,35	9.332.487.361,15	10.032.424.039,47	10.784.855.968,66	11.593.720.292,54	12.463.249.440,71	13.397.993.274,99
31.493,57	32.003,58	32.514,81	33.027,20	33.540,69	34.055,25	34.570,81	35.087,33	35.604,76	36.123,06
7,984287	8,068687	8,153087	8,237487	8,321887	8,406287	8,490687	8,575087	8,659487	8,743887

2113	2114	2115	2116
29,40	29,17	28,93	28,70
29,40	29,17	28,93	28,70
519,11	519,88	520,61	521,29
259,56	259,94	260,30	260,64
259,56	259,94	260,30	260,64
-12.898.389,83	-12.897.869,95	-12.897.349,34	-12.896.828,05
14.402.842.896,84	15.483.056.240,33	16.644.285.584,59	17.892.607.129,66
36.642,17	37.162,05	37.682,66	38.203,95
8,828287	8,912687	8,997087	9,081487