

Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Sabrina Passoni Maraviesk

(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2018

Sabrina Passoni Maraviesk
(Organizadora)

Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	Estudos interdisciplinares: ciências exatas e da terra e engenharias / Organizadora Sabrina Passoni Maraviesk. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-85107-57-4 DOI 10.22533/at.ed.574181510 1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Maraviesk, Sabrina Passoni. CDD 507
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Estudos Interdisciplinares Ciências Exatas e da Terra e Engenharias” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, e neste volume, em seus 18 capítulos, apresenta uma diversidade de estudos realizados nas diversas áreas das ciências exatas, da terra e das engenharias.

As Ciências Exatas e da Terra englobam diversas áreas como: a Física, a Matemática, Probabilidade e Estatística, a Química, a Ciência da Computação, a Astronomia, a Geociências e a Oceanografia. Estas áreas têm o importante papel de fornecer a base do conhecimento para as Engenharias e por este motivo, as Ciências Exatas e da Terra, englobam alguns dos campos mais promissores em pesquisas na Ciência, Tecnologia e Inovação.

Atualmente existem mais de trinta opções de formação acadêmica em Engenharia. E as mais comuns dentre elas são: Civil, Elétrica, Agrônoma, Mecânica, Ambiental, Florestal, Sanitária, de Computação, Química, de Alimentos, de Segurança do Trabalho, de Energias, Industrial, Produção, Biomédica, entre tantas outras.

A interdisciplinaridade entre estas áreas é um processo natural e inevitável, pois a formação dos profissionais engenheiros, seja qual for a Engenharia, necessita da relação entre diversas áreas do conhecimento.

O profissional formado em qualquer uma das áreas citadas acima se destaca pela capacidade de saber inovar com base na ciência, utilizando uma ou mais tecnologias. Isso se faz possível se este profissional tiver conhecimento das áreas que envolvam as relações humanas: como gestão, comunicação, liderança, habilidade de trabalho em equipe, empreendedorismo e criatividade. Atualmente não basta apenas ser bom em matemática e física, é preciso ser multi-intelectual.

Este volume é dedicado à interdisciplinaridade nas diversas áreas das Ciências Exatas e da Terra e das Engenharias, pois o mercado atual exige uma revolução tecnológica e cabe a nós pesquisadores, das diversas áreas, buscarmos conhecer as demandas atuais para promover essas inovações de forma interdisciplinar, e não isoladamente. Neste sentido, esta obra foi dividida em cinco áreas: Administração, Agronomia, Engenharia Civil somado à Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Elétrica e Ensino.

Na área de Administração, o leitor identificará a interdisciplinaridade entre gestão e planejamento ambiental de áreas urbanas destacando atividades econômicas que são potenciais poluidores, buscando assim, inovação na área de Engenharia Mecânica para minimizar danos ambientais. E ainda, que para entender o comportamento do consumidor para um determinado produto, neste caso, a carne bovina se faz necessário o conhecimento da área de Alimentos e Produção Industrial.

Na Agronomia, métodos e programas estatísticos são utilizados para mostrar que a população de nematódeis varia com propriedades físicas do solo. Em outro estudo, mostra-se a forte relação da agronomia com os conhecimentos de química quando

trata-se da eficiência de uso de Nitrogênio ou da sua remobilização no cultivo do arroz. Na quantificação da perda de solos de uma bacia Hidrográfica é possível identificar a interdisciplinaridade com a matemática e a geociências.

A interdisciplinaridade na Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo é ainda mais acentuada, principalmente no que diz respeito à utilização da matemática, química, física, geociências, tecnologias, gestão e sustentabilidade. Nos estudos, verifica-se que é possível propor soluções ambientais por meio de estudos alternativos, como por exemplo, o uso do bagaço de cana-de-açúcar incorporado à liga asfáltica de borracha, uso de radar de penetração no solo para análise de revestimentos asfálticos, manejo sustentável das águas pluvias no meio urbano, utilização de ferramentas de análise multicritério na concepção de sistemas de abastecimento de água provinda de corpos hídricos subterrâneos, qualidade da água e otimização dos projetos arquitetônicos e o crescimento populacional, planejamento e drenagem urbana.

Na Engenharia Elétrica questões bastante atuais são abordadas a fim de conduzir os pesquisadores à tecnológicas sustentáveis, como é o caso do uso do hidrogênio como combustível e a reciclagem de placas de circuito.

Por fim, a área de Ensino que, dentre todas é a mais interdisciplinar de todas as outras áreas. Nesta, são abordadas algumas questões como motivação e a importância da metodologia adotada em sala para se trabalhar o ensino-aprendizagem nas engenharias, licenciaturas e tecnologias.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Agrárias, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, professores e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias promovendo a interdisciplinaridade nas diferentes áreas das Ciências Exatas e da Terra e das Engenharias.

Sabrina Passoni Maravieski

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DO PERFIL POLUIDOR DAS ATIVIDADES INDUSTRIAIS INSTALADAS NOS MUNICÍPIOS DE MARINGÁ, PAIÇANDU E SARANDI NO PERÍODO DE 2000 A 2015.	
<i>Eloah Maria Machado Davantel</i>	
<i>Allan Barbeiro Modos</i>	
<i>Heloisa Helena da Silva Machado</i>	
<i>Júlio César Dainezi de Oliveira</i>	
<i>Silvia Luciana Fávaro</i>	
<i>Wagner André dos Santos Conceição</i>	
CAPÍTULO 2	15
ATRIBUTOS CONSIDERADOS POR CONSUMIDORES PARA A COMPRA DE CARNE BOVINA – ESTUDO DE CASO COM UNIVERSITÁRIOS DE CAMPO MOURÃO	
<i>Valderice Herth Junkes</i>	
<i>Andréa Machado Groff</i>	
CAPÍTULO 3	24
IMPACTO DOS CUSTOS DE TRANSAÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DA INDÚSTRIA NAVAL: ESTUDO DE CASO EM UM ESTALEIRO CEARENSE	
<i>Carlos David Pedrosa Pinheiro</i>	
<i>Priscila Maria Barbosa Gadelha</i>	
<i>Maxweel Veras Rodrigues</i>	
CAPÍTULO 4	40
AVALIAÇÃO DA POPULAÇÃO DE NEMATÓIDES DE VIDA LIVRE E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO EM CULTIVO DE ADUBOS VERDES	
<i>Erinaldo Gomes Pereira</i>	
<i>Amanda Elisa Marega</i>	
<i>Nágila Maria Guimarães de Lima Santos</i>	
<i>Cássia Pereira Coelho Bucher</i>	
<i>Ricardo Luiz Louro Berbara</i>	
<i>Luiz Rodrigues Freire</i>	
CAPÍTULO 5	48
PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA DE REMOBILIZAÇÃO DE NITROGÊNIO DE MUTANTES DE ARROZ osap18	
<i>Cássia Pereira Coelho Bucher</i>	
<i>Erinaldo Gomes Pereira</i>	
<i>Andressa Fabiane Faria de Souza</i>	
<i>Carlos Alberto Bucher</i>	
<i>Manlio Silvestre Fernandes</i>	
CAPÍTULO 6	53
QUANTIFICAÇÃO DA PERDA DE SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAPÓ UTILIZANDO A EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE SOLOS	
<i>Diogo Yukio Uema</i>	
<i>Laine Milene Caraminan</i>	

CAPÍTULO 7	64
ANÁLISE COMPARATIVA DA DENSIDADE MÁXIMA TEÓRICA (DMT) DE UMA MISTURA ASFÁLTICA COM A INCORPORAÇÃO DE CINZA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR POR MEIO DO MÉTODO RICE	
<i>Arthur Pereira Neto</i> <i>Allan Barbeiro Modos</i> <i>Jesner Sereni Ildefonso</i> <i>Ronan Yuzo Takeda Violin</i>	
CAPÍTULO 8	74
LEVANTAMENTO DE SEÇÕES COM EMPREGO DO RADAR DE PENETRAÇÃO (GPR) NA RODOVIA BR-153-ANÁPOLIS-GO	
<i>Antonio Lázaro Ferreira Santos</i> <i>Welitom Rodrigues Borges</i> <i>Isabela Resende Almeida</i> <i>Lucas Pereira Gonçalves</i> <i>Rafael Pereira Lima</i> <i>Rafael Araujo Rocha</i>	
CAPÍTULO 9	82
MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS PLUVIAIS NO MEIO URBANO: O CASO DE BRASÍLIA	
<i>Tereza Cristina Esmeraldo de Oliveira</i> <i>Maria do Carmo de Lima Bezerra</i>	
CAPÍTULO 10	96
MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
<i>Daniel Cordeiro Ferreira</i>	
CAPÍTULO 11	109
OTIMIZAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO CF40-G1 DO PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO – PAC EXECUTADO PELA COHAPAR	
<i>Allan Barbeiro Modos</i> <i>Arthur Pereira Neto</i> <i>Eloah Maria Machado Davantel</i> <i>Heloisa Helena da Silva Machado</i> <i>Berna Valentina Bruit Valderrama</i> <i>Júlio César Dainezi de Oliveira</i>	
CAPÍTULO 12	122
PLANOS DIRETORES DE DRENAGEM URBANA: CONCEPÇÃO E CENÁRIO ATUAL	
<i>Bruna Forestieri Bolonhez</i> <i>Bárbara Lorrayne da Silva Motta</i> <i>Paulo Fernando Soares</i>	
CAPÍTULO 13	132
QUALIDADE DA ÁGUA NAS TRÊS BACIAS MAIORES (70%) CONTRIBUINTES DA BAÍA DE GUANABARA: GUAPI-MACACU, CACERIBU E IGUAÇU-SARAPUÍ	
<i>Ana Carolina Cupolillo Bruno Morena</i> <i>David Neves de Oliveira</i>	

Herman de Castro Lima Neto
Hélder Martins Silva
Emmanoel Vieira da Silva-Filho
Elisamara Sabadini Santos
Edison Dausacker Bidone

CAPÍTULO 14 150

O HIDROGÊNIO COMO VETOR ENERGÉTICO

Diego Rafael Laurindo
Oswaldo Hideo Ando Junior

CAPÍTULO 15 167

RECICLAGEM DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO: UM ESTUDO DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS PARA RECUPERAÇÃO DE METAIS

Maria do Socorro Bezerra da Silva
Raffael Andrade Costa de Melo
André Luis Lopes Moriyama
Carlson Pereira Souza

CAPÍTULO 16 180

ANÁLISE DO PERFIL, MOTIVAÇÃO, SATISFAÇÃO E EXPECTATIVAS DOS ACADÊMICOS DO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIANGULO MINEIRO

Vinícius Henrique Vivas
Priscila Pereira Silva
Luciene Alves
Geoffroy Roger Pointer Malpass

CAPÍTULO 17 196

CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: IMPORTÂNCIA DA APRENDIZAGEM NO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

Jerry Gleison Salgueiro Fidanza Vasconcelos
Maria de Lourdes Silva Neta
Antônio Cícero do Vale
Erick Dieb Souza

CAPÍTULO 18 207

UMA FORMA LUDICA DE APRENDER

Anna Cristina Barbosa Dias de Carvalho

SOBRE A ORGANIZADORA..... 215

OTIMIZAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO CF40–G1 DO PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO – PAC EXECUTADO PELA COHAPAR

Allan Barbeiro Modos

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Mecânica, Maringá – Paraná

Arthur Pereira Neto

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Departamento de Engenharia Civil, Maringá –
Paraná

Eloah Maria Machado Davantel

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Departamento de Engenharia de Alimentos,
Maringá – Paraná

Heloisa Helena da Silva Machado

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Departamento de Engenharia Mecânica, Maringá
– Paraná

Berna Valentina Bruit Valderrama

Centro Universitário de Maringá (UNICESUMAR),
Centro de Ciências Exatas, Maringá – Paraná

Júlio César Dainezi de Oliveira

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Departamento de Engenharia Mecânica, Maringá
– Paraná

RESUMO: De forma análoga, inserir o contexto de sustentabilidade em uma sociedade capitalista exige uma boa prova de que haverá retorno financeiro e uma certa margem de lucro já que o custo de implantação é maior quando comparado com um projeto tradicional. Assim foi analisado um projeto executado pela Companhia

de Habitação do Paraná a fim de conferir se o projeto está de acordo com o código de obras do município e se ele atende características mínimas de eficiência que o imóvel deve apresentar. Foram avaliadas as características de iluminação mínima do projeto junto com diferentes variações no tipo de lâmpadas, alterando as demandas de energia com iluminação, e também avaliado o custo unitário da residência, sem as alterações necessárias, e o custo final com as suas otimizações. Neste trabalho foi exposto um comparativo bruto entre a funcionalidade de uma edificação “popular”, subsidiada com recursos do PAC, e a respeitabilidade ao código de obras da cidade de Maringá, além do e funcionamentos como iluminação natural e o custo do Projeto Padrão (PP) e de sua adequação chamado de Projeto Otimizado (PO).

PALAVRA-CHAVE: Otimização de projetos, Comparativo de custo, Redução de Consumo.

ABSTRACT: Inserting the context of sustainability in a capitalist society demands a solid proof of financial return and a certain margin of profit as the costs of implantation are higher when compared to a traditional project. A project executed by the Habitation Company of Paraná was analyzed to ensure the project was in accordance with the code of works of the county and if it met the minimum characteristics

of efficiency the realty should have. The minimum illumination characteristics of the project were evaluated with different lamp models and varying energy demands. The unitary cost of the residence, without the needed alterations, and the final optimized cost was also evaluated. In this work a comparative between the functionality of a popular building subsidized with PAC resources, the respectability of the code of works, the cost of the standard project and the adequacy with the optimized project was done. **KEYWORDS:** Optimization of projects, Comparison of cost, Reduction of consumption.

1 | INTRODUÇÃO

O conceito de Construção Sustentável baseia-se no desenvolvimento de modelos que permitam à construção civil enfrentar e propor soluções aos principais problemas ambientais de nossa época, sem renunciar à moderna tecnologia e a criação de edificações que atendam às necessidades de seus usuários.

As construções sustentáveis ou eco construções ganham espaço a cada ano no cenário mundial, assim como o desenvolvimento de novas tecnologias e práticas de referências que permitem a implementação do desenvolvimento sustentável no setor da construção civil.

O conceito de ecoedifício propõe o conhecimento e a atuação sobre os ciclos de recursos e energias, avaliando suas inter-relações, desde a concepção do projeto à demolição, com estrutura dinâmica e progressiva, integra indivíduo, ecossistemas e edifício de forma a permitir a ocorrência de relações sinérgicas entre esses elementos (ADAM, 2001; OLIVEIRA et al, 2016).

A construção sustentável é complexa e tem caráter multidisciplinar, identificando problemas e apresentando soluções com foco nas questões ambientais, com uso de tecnologias limpas de forma a atender às necessidades dos seus moradores (ARAÚJO, 2010).

A habitação salubre (saudável, higiênica, benéfica) deve atender as necessidades humanas pertinentes aos aspectos fisiológicos (funções do organismo), psicológicos (mentais), de proteção contra contágios (doenças de contato) e segurança (proteção contra acidentes). Detalhando os aspectos fisiológicos no quesito conforto, os seguintes itens são importantes: temperatura e umidade adequada, ventilação e arejamento suficientes, iluminação adequada (natural e artificial), proteção contra ruídos excessivos, espaço suficiente. (PINHEIRO & CRIVELARO, 2013, p. 11)

Na construção sustentável o conceito de sustentabilidade está associado à economia de recursos naturais e à Bioclimatologia, uma vez que as condições climáticas locais devem ser consideradas no desenvolvimento dos projetos, observando o uso de recursos renováveis e a redução na geração de resíduos e poluição. Tem por objetivo a maior eficiência no uso de recursos naturais, redução do consumo e da geração de resíduos, preservação do ambiente natural nos espaços urbanos e a melhoria do ambiente construído, proporcionando qualidade de vida à população (SACHS, 1993, MMA, 2016).

O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) foi criado em 2007, durante segundo mandato do presidente Luís Inácio Lula da Silva, promoveu a retomada do planejamento e execução de grandes obras de infraestrutura social, urbana, logística e energética do país, contribuindo para o seu desenvolvimento acelerado e sustentável (BRASIL, 2017).

O PAC busca atender aos preceitos da Agenda 21 (1992) para a Construção Sustentável em países em desenvolvimento, na qual é definida como “um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica” (MMA, 2004; BRASIL, 2017).

A adequação ou otimização de edificações para atendimento às características da construção sustentável pode ser realizada a partir de alterações simples, como aumento da incidência de luz natural ou a troca das lâmpadas de alto consumo por lâmpadas de baixo consumo, o que pode representar uma redução significativa no custo operacional do imóvel.

MAHFUZ (2006) afirma:

Pode-se tentar uma redefinição dos aspectos essenciais da arquitetura por meio de um quaterno composto de três condições internas ao problema (programa, lugar e construção) e uma condição externa, o repertório de estruturas formais que fornece os meios de sintetizar na forma as outras três.

A gestão do ambiente construído, assim como a construção em si, deve ser observada sob a perspectiva do ciclo de vida do produto ou do projeto, considerando as condições ambientais locais onde o mesmo está inserido.

Nesse contexto, o presente projeto teve por objetivo avaliar o projeto CF40–G1 do PAC executado pela COHAPAR e adequá-lo de forma a otimizar o uso da iluminação natural e reduzir os custos com energia elétrica.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido a partir da análise de um projeto padrão utilizado na implantação do PAC no Paraná e avaliação das ações possíveis e necessárias para adequação desse projeto às características da construção sustentável. A avaliação foi realizada considerando a implantação do projeto em Maringá-PR, ou seja, atendendo às normas vigentes da construção civil no município.

O desenvolvimento do trabalho foi dividido em duas fases: 1- análise do Projeto Arquitetônico Padrão CF40-G1 denominado PP: o projeto foi cedido para Companhia de Habitação do Paraná (COHAPAR), sendo este um modelo utilizado em implantações de conjuntos habitacionais subsidiados pelo programa PAC em diversos municípios; 2- proposição de projeto de adequação, chamado de Projeto Otimizado (PO).

Na primeira fase foi analisado o projeto padrão e destacadas suas características, observando área construída, distribuição dos ambientes, disposição de portas e janelas

e áreas de circulação em relação às condições de iluminação natural, com base em normas NBR 5413 e na Lei Complementar nº 910/2011 que dispõe sobre o Código de Obras do município.

A segunda fase do projeto foi propor uma reformulação do projeto avaliado e propor o Projeto Otimizado no qual são apresentadas as alterações realizadas para que o projeto.

2.1 Iluminação

A quantidade de luz incidente no projeto foi observada considerando as normas:

- NBR 15575:2013 – Norma de desempenho de edificações, que aborda os aspectos conceituais de desempenho e da avaliação do desempenho de edificações.

- NBR 5413:2017 - Iluminação de Interiores, que fornece diversos fatores pré-fixados para projeto de diferentes ambientes e determina o nível de iluminância adequada para ambientes considerando o uso do espaço;

Segundo a NBR 5413:2017, a iluminância, determinada pela unidade de medida *Lux*, é a quantidade de luz presente em um ambiente ou superfície. O cálculo do *Lux* é efetuado segundo a equação:

$$Lux = \frac{lm}{m^2} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde,

lm = fluxo luminoso da lâmpada

m² = área do ambiente

Para o cálculo do *Lux* é necessário escolher um tipo de lâmpada para que seja possível calcular a quantidade necessária a cada ambiente, dadas as diferenças entre os tipos disponíveis no mercado, principalmente no que diz respeito à potência média e o consumo de energia de cada lâmpada (Figura 1).

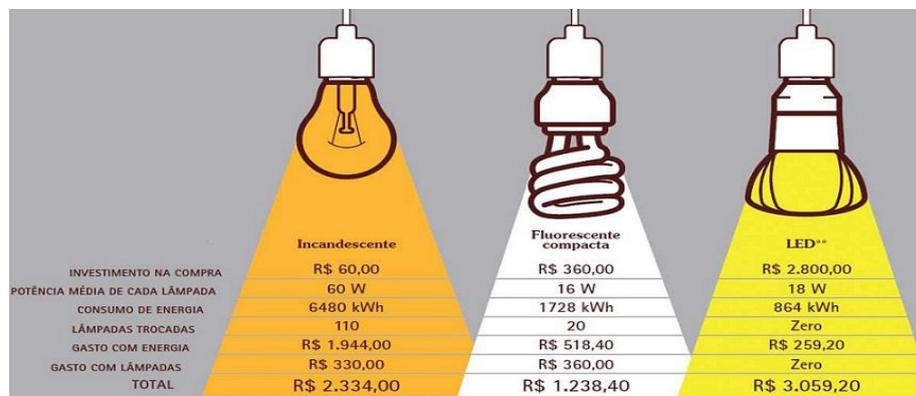


Figura 1 – Comparação entre o uso de lâmpadas incandescentes, fluorescentes e LED.

Fonte: SPITZCOVSKY (2015)

Atualmente o tipo LED tem o melhor custo-benefício com menor consumo de energia e menor frequência na troca das lâmpadas.

Além da quantidade de lâmpadas a serem utilizadas, destaca-se que para calcular a demanda de energia, deve-se levar em consideração a iluminação natural incidente no ambiente e as características do projeto arquitetônico. A norma NBR 5413 apresenta os valores mínimos, médios e máximos de lumens para iluminar os ambientes de forma a identificar a quantidade de lâmpadas para as situações de conforto luminotécnico.

No município de Maringá, além das normas NBR 15575:2013 e NBR 5413:2017, o projeto deve atender um mínimo de 20% de incidência de luz natural, prescrito na Lei Complementar N° 910/2011, que dispõe sobre o projeto, execução e as características das edificações no município.

No que diz respeito à iluminação natural, foi utilizado o comportamento da irradiação solar no plano horizontal para o município de Maringá-PR no ano de 2015 (Figura 2).

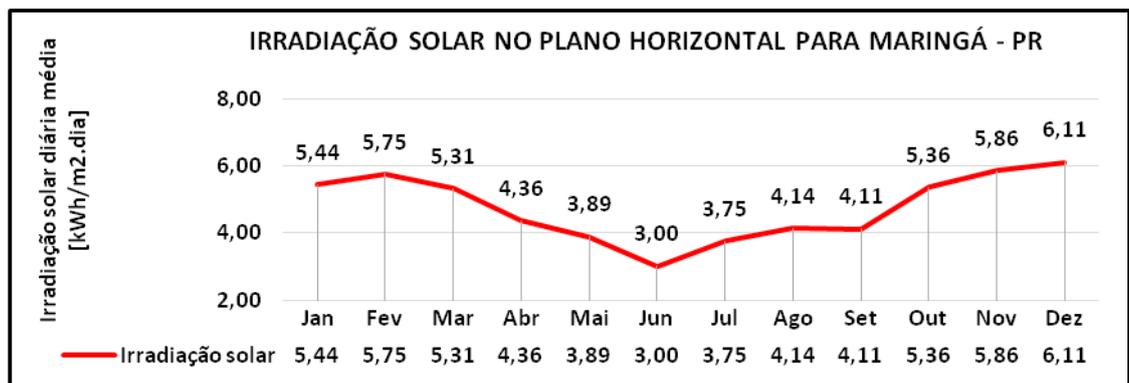


Figura 2 - Irradiação solar no plano horizontal para a cidade de Maringá.

Fonte: CRESESB/CEPEL (2016)

A iluminação natural por ambiente, considerando a irradiação solar, foi calculada utilizando a Equação 2:

$$I_{nat} = \frac{\bar{x} \cdot I_s}{j} \quad \text{Eq. 2}$$

Onde,

I_{nat} = Iluminação natural

I_s = irradiação solar anual

j = área do vão livre da janela

2.2 Custos da obra

O levantamento de custos da obra foi baseado no cálculo individual do projeto padrão e do projeto proposto utilizando o Custo Unitário Básico (CUB), o indicador de custos mais indicado para o setor da construção civil no município de Maringá.

O CUB é um orçamento simplificado que leva em consideração basicamente 4 fatores: materiais, mão de obra, equipamentos utilizados durante a construção e a área construída. O cálculo é realizado conforme Equação 3:

$$CUB = \frac{\text{Material + mão-de-obra + equipamentos}}{\text{ambiente}} \quad \text{Eq. 3}$$

Onde,

CUB = Custo Unitário Básico

ambiente = área do ambiente

No Paraná o CUB é lançado mensalmente pelo Sindicato da Indústria da Construção SINDUSCON e conta com fator de correção de 10% e os projetos estão classificados em projetos residenciais, comerciais e industriais. Na Tabela 1 estão classificados os projetos residenciais segundo sua tipologia.

NOMENCLATURA DOS PROJETOS PADRÃO RESIDENCIAIS CUB - SINDUSCON			
Tipo	PROJETOS	Padrão de Acabamento	Projetos Padrões
R - 1	Residencial unifamiliar	Baixo	R 1 - B
		Normal	R 1 - N
		Alto	R 1 - A
PP - 4	Prédio Popular	Baixo	PP 4 - B
		Normal	PP 4 - N
R - 8	Residência Multifamiliar	Baixo	R 8 - B
		Normal	R 8 - N
		Alto	R 8 - A
R - 16	Residência Multifamiliar	Normal	R 16 - N
		Alto	R 16 - A

Tabela 1 - Nomenclatura da tabela CUB Paraná

Fonte: CUB - SINDUSCON (2016)

Para o levantamento de custos do Projeto Padrão foi adotado o padrão R 1 – B, que atende às características do projeto analisado, e utilizado o coeficiente de qualidade em 40%, que representa a qualidade dos materiais que foram empregados na edificação.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Características do Projeto Arquitetônico Padrão (PP)

O Projeto Padrão (PP) é o Projeto Arquitetônico Padrão CF40-G1, de uma unidade de habitação social utilizado no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) executado no estado do Paraná pela COHAPAR. A unidade é composta por dois dormitórios, um banheiro, cozinha e sala de estar, totalizando em 40,80m² de área construída e 36,99m² de área útil, conforme especificado na Tabela 2.

ÁREA ÚTIL DE UTILIZAÇÃO DA RESIDÊNCIA	
Ambiente	Área do Ambiente M ²
Sala	10,2
Cozinha	7,2
Banheiro	2,76
Quarto	7,26
Quarto Casal	8,4
Circulação	1,17
Área Útil	36,99

Tabela 2 – Área útil por ambiente do Projeto Padrão

Destaca-se que todos os ambientes possuem janelas e portas para aproveitamento de iluminação e ventilação natural e, após análise e comparação às normas dos vãos de abertura das janelas e identificação dos padrões específicos para iluminação, verificou-se que o projeto padrão não atende às normas vigentes (Figura 3).

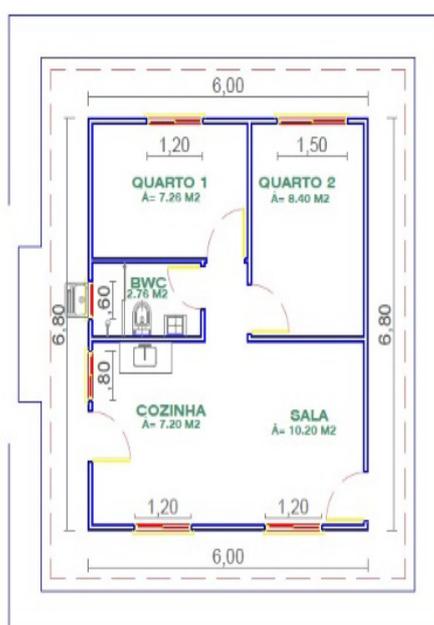


Figura 3 - Projeto Padrão (PP) CF40-G1

Fonte: COHAPAR (2015)

A otimização do projeto foi pautada nas normas NBR 15575:2013 e NBR 5413:2017, buscando o melhor aproveitamento da iluminação natural, a fim de reduzir os custos com energia elétrica. Foram realizadas as seguintes alterações:

- aumento dos vãos livres das janelas;
- trocas das esquadrias metálicas por esquadrias de alumínio e vidro;
- substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas LED.

Na Tabela 3 é apresentada a comparação ente o Projeto Padrão (PP) e o Projeto Otimizado (PO) da abertura dos vãos de janelas para ventilação e iluminação mínima em relação às normas vigentes.

Ambiente	Normas Vigentes	Projeto Padrão (PP)			Projeto Otimizado (PO)		
	Vão Livre min	Largura	Altura	Vão Livre	Largura	Altura	Vão Livre
Sala	2,04	1,20	1,00	1,2	2,20	1,00	2,2
Cozinha	1,03	1,20	1,00	2	2,20	1,00	3
		0,80	1,00		0,80	1,00	
Banheiro	0,39	0,60	0,60	0,36	0,90	0,60	0,54
Quarto	1,45	1,20	1,00	1,2	2,20	1,00	2,2
Quarto Casal	1,68	1,50	1,00	1,5	2,20	1,00	2,2
Circulação	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0

Tabela 3 - Aberturas de Janelas: comparativo PP e PO

As adequações dos vãos livres de janelas foram ampliadas, em média, 62% melhorando a temperatura ambiente no interior da residência e aumentando o potencial de iluminação natural, reduzindo assim o consumo de energia elétrica com iluminação artificial. Na Figura 4 é apresentado o projeto arquitetônico otimizada da unidade habitacional.

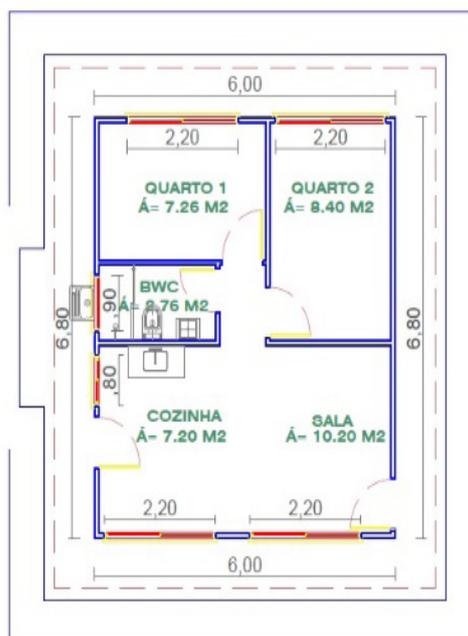


Figura 3 – Projeto Otimizado (PO)

3.2 Demanda de Energia para Iluminação

A avaliação da iluminação natural aplicando o aumento médio de 62% obtido no PO possibilitou identificar o aumento da iluminação natural por metro quadrado de área em relação ao PP (Tabela 4).

Ambiente	Área do Ambiente			Iluminação natural PP		Iluminação natural PO	
	Largura	Altura	Área M ²	Kwh Médio	Kwh Total	Kwh Médio	Kwh Total
Sala	3,40	3,00	10,20	4,76	48,52	7,71	78,66
Cozinha	2,40	3,00	7,20	4,76	34,25	7,71	55,52
Banheiro	2,30	1,20	2,76	4,76	13,13	7,71	21,28
Quarto	3,30	2,20	7,26	4,76	34,53	7,71	55,99
Quarto Casal	2,40	3,50	8,40	4,76	39,96	7,71	64,78
Circulação	0,90	1,30	1,17	4,76	5,57	7,71	9,02

Tabela 4 - Iluminação natural com alteração no vão das janelas.

Ao realizar a comparação no aproveitamento da iluminação natural, foi necessário calcular a quantidade de Watts que serão utilizados para iluminar cada ambiente, conforme Equação 4.

$$Watt_u = \text{Área do ambiente} \cdot \text{Valor NBR5413} \quad \text{Eq. 4}$$

Onde,

$Watt_u$ = Watt utilizado

A demanda de energia elétrica foi calculada segundo a NBR 5013, destacando a iluminância mínima, média e máxima aplicada aos ambientes, todos com pé direito de 3m, considerando a iluminação natural (Tabela 5).

Ambiente	Lumens por Ambiente			Iluminação natural (Watt)		Lumens PP			Lumens PO		
	Mín.	Méd.	Máx.	PP	PO	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.
Sala	74	3963	19817	49	79	26	3915	19769	-4	3885	19738
Cozinha	44	1975	5925	34	56	10	1941	5890	-12	1919	5869
Circ.	10	92	369	13	21	-3	79	356	-11	71	348
Banheiro	3	119	358	35	56	-32	85	323	-53	63	302
Quarto	44	2008	6024	40	65	4	1968	5984	-21	1943	5959
Quarto Casal	55	2688	8064	6	9	49	2682	8058	46	2679	8055

Tabela 5 - Iluminação do ambiente considerando a iluminação natural para o PP e o PO.

Com os resultados da análise comparativa verificou-se que a iluminação mínima prevista na norma não é atendida pelo PP, sendo que as adequações efetuadas para o PO superaram às exigências mínimas para iluminação dos ambientes.

Na Tabela 6 são demonstrados os resultados comparativos entre os tipos de lâmpadas incandescente, fluorescente e LED, a ser utilizado por ambiente em cada projeto.

Ambientes	Lumens PP	Lumens PO	Fluxo luminoso da Lâmpadas			N. de Lâmpadas Incandescentes		N. de Lâmpadas Fluorescentes		N. de Lâmpadas LED	
			Inca.	Fluo.	LED	PP	PO	PP	PO	PP	PO
Sala	3915	3885	1380	2700	600	3	3	1	1	3	3
Cozinha	1941	1919	1380	2700	600	1	1	1	1	1	1
Banheiro	79	71	1380	2700	600	1	1	1	1	1	1
Circulação	85	63	1380	2700	600	1	1	1	1	1	1
Quarto	1968	1943	1380	2700	600	1	1	1	1	1	1
Q u a r t o Casal	2682	2679	1380	2700	600	2	2	1	1	2	2
Total de lâmpadas (Unid.)						9	9	6	6	9	9
Total Watts						1043	1037	201	200	137	136

Tabela 6 - Quantitativo de lâmpadas necessárias para iluminar os ambientes

As quantidades de pontos de lâmpadas não sofrem alteração, entretanto, a troca do tipo de lâmpada utilizada demonstra queda significativa no consumo de energia elétrica. As lâmpadas incandescentes e fluorescentes têm consumo de energia superior quando comparadas as de LED e para o número de lâmpadas indicado no projeto otimizado, o consumo em Watts aumentaria em 662,5% para o uso de lâmpadas incandescentes e 47% para fluorescentes.

As adequações do projeto representaram uma redução de, aproximadamente, 900 Watts de potência no uso da energia elétrica de iluminação, o que impacta diretamente no orçamento da obra, reduzindo os custos com as instalações elétricas.

A manutenção no número de pontos de lâmpadas do PO em relação ao PP indica que foi utilizado no PP o mínimo de pontos para atender às normas, mesmo não atendendo à necessidade de iluminação real.

3.3 Orçamento Comparativo

O cálculo foi realizado considerando a variação do CUB mensal, para a média dos valores por metro quadrado do ano de 2015 que variou entre R\$ 1.136,00 reais em janeiro e 1.227,00 em dezembro do mesmo ano.

Ao comparar os projetos PP e PO no orçamento por estimativa utilizou-se a média anual do CUB resultando no custo de R\$ 1.181,50 por metro quadrado. Levando em consideração a média para o ano de 2015 e um coeficiente de qualidade de 40%, o custo final do projeto padrão foi estimado em, aproximadamente, R\$ 20.000,00. Com

as adequações do projeto, visto que alguns materiais foram modificados, como por exemplo, o uso de vidro temperado em substituição às venezianas, o coeficiente de qualidade utilizado foi de 45% e o custo final do projeto foi de R\$ 22.000,00.

Destaca-se que o aumento no custo da obra foi de apenas 10%, e, quando analisado o custo-benefício das adequações, esse aumento se torna insignificante. Destaca-se esse custo foi para aplicação em uma única unidade habitacional e, se aplicado no início da implantação dos conjuntos habitacionais, esse custo poderá baixar ainda mais.

Na figura 4 é apresentada a perspectiva final do Projeto Padrão e do Projeto Otimizado com uma visualização clara das alterações realizadas nas das janelas.

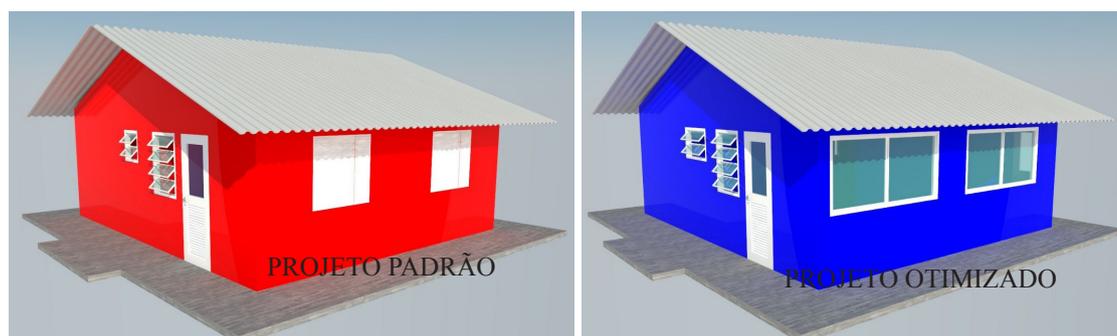


Figura 4 – Perspectiva final do Projeto Padrão e do Projeto Otimizado.

4 | CONCLUSÃO

A gestão do ambiente construído assim como a edificação em si deve ser observada sob a perspectiva do ciclo de vida do produto ou do projeto. O grande desafio está na implantação do conceito sustentabilidade em edificações já existentes, dados conceitos culturais e a legalidade política do país.

Após a análise do Projeto Padrão verificou-se que a área mínima para ventilação e iluminação exigidas na LC 910/2011 não foi respeitada, o que significa que todas as obras executadas segundo esse projeto no município a partir de 2011 não atendem ao Código de Obras vigente.

As adequações para regularização dos vãos livres e janelas foram ampliadas, em média, 62% melhorando a temperatura ambiente no interior da residência e aumentando o potencial de iluminação natural, reduzindo assim o consumo de energia elétrica com iluminação artificial.

Para adequação do projeto é necessária uma revisão detalhada do projeto em caráter de readequação a fim de encontrar possíveis erros como a falta de iluminação e ventilação mínima desconforme com o código de obras que aqui foram apontados.

A comparação do custo final do Projeto Padrão com o Projeto Otimizado verificou-se que o aumento no custo da obra foi de apenas 10%, revelando um bom custo-benefício.

Conclui-se então que a adequação dos projetos de implantação do governo federal

é uma realidade possível e de baixo custo, que beneficiará a melhoria da qualidade de vida dos moradores além de ganhos ambientais e econômicos na constituição do espaço urbano.

REFERENCIAS

ADAM, R. S. **Princípio do Ecoedifício**. São Paulo: Aquariana Ltda, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413: Iluminância de interiores: procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. 13p.

_____. **NBR 15575:2013: Edificações habitacionais - Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.

CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO BRITO (CRESESB) - CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA (CEPEL). **Potencial Solar – Sundata v 3.0**. 2016. Disponível em <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?section=sundata>& Acesso em: 03 out 2016

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CIBIC). **Custo Unitário Básico - Indicador dos custos do setor da Construção Civil**. Disponível em: <http://www.cub.org.br/cub-m2-estadual/PR/> Acesso em: 05 set 2017.

MAHFUZ, E. Reflexões sobre a construção da forma pertinente (1). **Arquitextos**. 045.02 ano 04, fev. 2004. Vitruvius. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/04.045/606> Acesso e, 05 set 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Agenda 21 Brasileira: Ações prioritárias**. Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Construção Sustentável**. 2016. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel> Acesso em 20 jul 2017.

_____. Ministério do Planejamento. **Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)**. 2011. Disponível em <http://www.pac.gov.br/sobre-o-pac>. Acesso em: 20 jul 2017.

MARINGÁ. Câmara Municipal Maringá. Lei Complementar nº 910 de 29 de dezembro de 2011. Dispõe sobre o projeto, a execução e as características das edificações no município de Maringá e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pr/m/maringa/lei-complementar/2011/91/910/lei-complementar-n-910-2011-dispoe-sobre-o-projeto-a-execucao-e-as-caracteristicas-das-edificacoes-no-municipio-de-maringa-e-da-outras-providencias> Acesso em: 20 jul 2017.

OLIVEIRA, L. K. S. et al. Simulação computacional da eficiência energética para uma arquitetura sustentável. **HOLOS**, [S.l.], v. 4, p. 217-230, set. 2016. ISSN 1807-1600. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/3981>>. Acesso em: 24 out. 2016. doi:<http://dx.doi.org/10.15628/holos.2016.3981>.

PINHEIRO, A. C.; CRIVELARO, M. **Conforto Ambiental. Iluminação, Cores, Ergonomia, Paisagismo e Critérios Para Projetos**. 1º ed. São José dos Campos: Érica, 2014. 120 p.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI**. São Paulo: Studio Nobel/Fundap, 1993.

SPITZCOVSKY, D. Certificação LEED: tudo sobre o principal selo de construção sustentável do Brasil. **Planeta Sustentável**. 2015. Disponível em: <http://www.planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/certificacao-leed-o-que-e-como-funciona-o-que-representa-construcao-sustentavel-675353.shtml> Acesso em: 20 jul 2016.

SOBRE A ORGANIZADORA

SABRINA PASSONI MARAVIESK Possui graduação em Licenciatura em Física e Mestrado em Ciências/ Física, ambos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Atualmente é doutoranda na área de Ensino de Ciências nas Engenharias e Tecnologias pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. É também professora adjunta do Centro de Ensino Superior de Campos Gerais na cidade de Ponta Grossa. Ministra as disciplinas de: Mecânica dos Fluidos, Fenômenos de Transporte, Mecânica Aplicada, Eletricidade e Magnetismo, Física Atômica e Nuclear, Física da Ressonância Magnética Nuclear, Física das Radiações Ionizantes e Não Ionizantes e Física e Instrumentação Aplicada a Engenharia Biomédica; nos cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia Civil, Tecnologia em Radiologia, Pós -Graduação em Segurança do Trabalho e Imagenologia. Já atuou como professora de Ensino Médio em escolas pública e particular ministrando aulas de Física e Robótica.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-57-4



9 788585 107574