

## IMPACTOS NEGATIVOS PARA A SAÚDE HUMANA OCASIONADOS PELO RUÍDO DOS GERADORES EÓLICOS

Andy Liu<sup>1</sup>, Beatriz de Sousa<sup>2</sup>, Tânia Rita Gritti Ferraretto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Gestão Ambiental – Faculdade de Tecnologia de Jundiaí Deputado Ary Fossen,  
braga.chi@hotmail.com,

<sup>2</sup>Graduanda em Gestão Ambiental – Faculdade de Tecnologia de Jundiaí Deputado Ary Fossen,  
beatriz.souza6@fatec.sp.gov.br,

<sup>3</sup>Docente da Faculdade de Tecnologia de Jundiaí Deputado Ary Fossen, tania.ferraretto@fatec.sp.gov.br

### RESUMO

As instalações de geradores de energia por meio eólico têm se tornado cada vez mais comuns, e a presença destas instalações podem ocasionar problemas de saúde provocados pelo ruído gerado pelas turbinas e mecanismos para a transformação de energia mecânica em elétrica, sendo conhecida como a Síndrome da Turbina Eólica, que causam distúrbios variados, como dores de cabeça, náuseas, raiva, ansiedade, insônia e falta de concentração, sintomas que podem afetar a qualidade do sono e de vida das populações circunvizinhas aos locais de instalações dos geradores eólico, impactando principalmente na qualidade de saúde dos mais idosos, além da Doença Vibro Acústica que afeta principalmente os tecidos. Assim como estas doenças podem surgir após as instalações dos geradores eólicos, os sintomas também podem desaparecer com o desligamento da turbina dos aerogeradores ou com o afastamento dos moradores para localidades mais distantes.

**Palavras-chave:** Doenças. Impactos. Aerogeradores.

### 1 INTRODUÇÃO

Tido por muitos como uma fonte de energia limpa e renovável, a energia eólica possui um grande potencial de exploração e uso, sendo uma das alternativas mais bem vistas para o fornecimento de energia elétrica (EWEA, 2009). Por se tratar de uma grande estrutura mecânica, os geradores eólicos produzem ruídos de diversas formas, que podem ocasionar transtornos para a população local, como o ruído mecânico gerado pelo funcionamento dos eixos, rolamentos e engrenagens dentro do compartimento chamado de Nacelle; a movimentação das pás para a captação dos ventos promovendo um ruído caracterizado como ruído aerodinâmico, e o ruído estrutural ocasionado pela movimentação do conjunto todo, como a rotação das pás e o atrito das engrenagens (LIMA, 2015). Segundo (COSTA, 2014), alguns estudos relatam que os ruídos dos geradores eólicos passam a mesma sensação de desconforto que tráfego aéreo, tráfego ferroviário e tráfego rodoviário, na qual os efeitos sonoros em níveis menores causam algum grau de desconforto, não obstante, a perturbação ocasionada pelos ruídos emitidos pelos aerogeradores é também muita das vezes subjetiva, dependendo principalmente da

percepção de cada indivíduo exposta ao ruído, pois cada ser humano possui uma sensibilidade diferente. Com o intuito de manter um controle rigoroso a respeito dos ruídos ocasionados pelos aerogeradores e evitar que populações locais se prejudiquem com o incômodo, foi criada no Brasil a norma NBR 10151 pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que visa definir o limite legal dos ruídos em áreas habitadas (LIMA, 2015). Com isso, tais ruídos ocasionados pelo funcionamento dos geradores, podem ocasionar alguns malefícios para a saúde humana, como a Síndrome da turbina eólica, que ocasionam sintomas incomodativos, como dores de cabeças e náuseas que afetam principalmente o ouvido, e a doença vibro acústica que afeta principalmente os tecidos e órgãos internos (PARDAL, 2013).

Perante o exposto, o presente trabalho tem por intuito apresentar a comunidade de forma geral, os impactos negativos que os ruídos provenientes dos geradores eólicos ocasionam para a saúde humana daqueles que moram nas proximidades dos aerogeradores.

## **2 DESENVOLVIMENTO DO ASSUNTO**

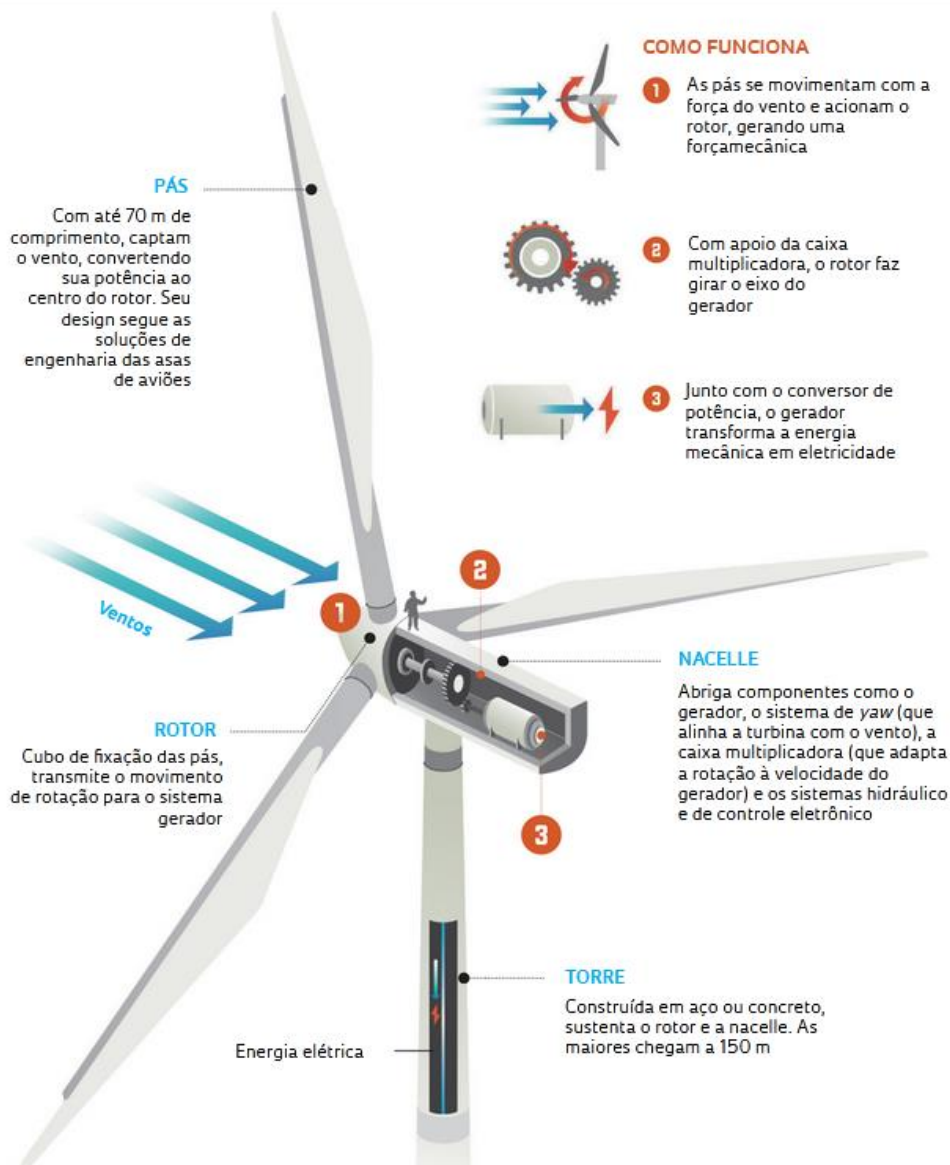
### **2.1 Breve resumo sobre a energia eólica**

O uso da energia eólica no cotidiano humano não é recente, que conforme Kasparly e Jung (2013), esta prática ocorre desde 1976 na Dinamarca; que consiste basicamente na geração de energia elétrica através da força ou ação cinética dos ventos utilizando pás e engrenagens; sendo inicialmente mais utilizado para as tarefas braçais, como bombeamento de água, moagem de grãos e navegação (ANEEL, 2005).

### **2.2 Estrutura e funcionamento de um gerador eólico**

O gerador eólico é basicamente constituído de pás, responsável pela captação dos ventos, rotor que transfere o movimento de rotação das pás para um gerador, nacelle, parte estrutural que abriga os componentes mecânicos e a torre, que é responsável pela sustentação de todo o conjunto (FIGURA 1).

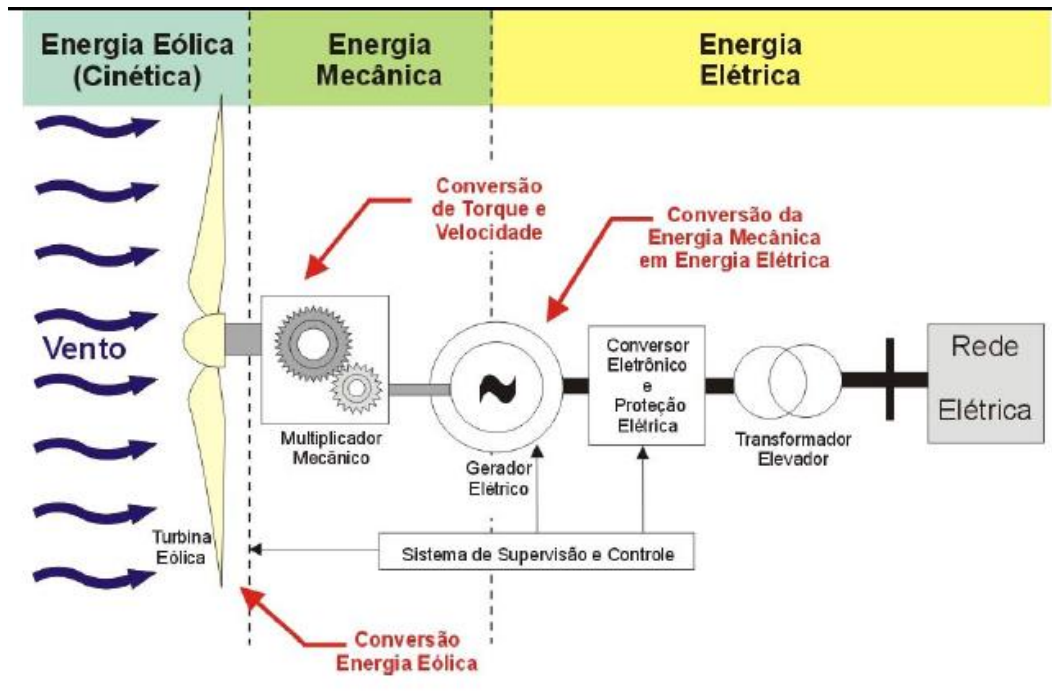
Figura 1 Estrutura de um gerador eólico



Fonte: FAPESP, 2019

O funcionamento dos geradores eólicos ocorre em três estágios, na qual em primeiro momento ocorre a captação de energia cinética através da movimentação das hélices, em segundo estágio, ocorre a conversão de energia cinética para energia mecânica, e por fim, acontece a conversão de energia mecânica para a energia elétrica (FIGURA 2) (PICOLO; BUHLER; RAMPINELLI, 2014) .

Figura 2 Funcionamento de um gerador eólico



Fonte: PAVINNATO, 2005

## 2.3 Ruídos ocasionados pelos geradores eólicos

Por possuir diversos componentes mecânicos, é natural que a estrutura gere algum tipo de ruído. As formas de ruídos mais comumente encontrados nas estruturas de geradores eólicos são os ruídos mecânicos e os ruídos aerodinâmicos, na qual os ruídos mecânicos são oriundos do funcionamento das partes mecânicas, como engrenagens e rotores; e os ruídos aerodinâmicos são provenientes do funcionamento das pás em contato com o ar (ROGERS, MANWELL, WRIGHT, 2006).

### 2.3.1 Ruídos mecânico

Os principais componentes responsáveis pela geração dos ruídos mecânicos são os geradores, as ventoinhas de resfriamento e caixa multiplicadora, uma vez que estes componentes estão sempre em funcionamento e rotação. Desta forma, os sons gerados pelos componentes podem ser propagados pelo ar através da estrutura do gerador, na qual a torre pode agir como um aparelho amplificador sonoro, onde a própria estrutura propaga o som e o difundi no ar através das pás (ROGERS, MANWELL, & WRIGHT, 2006).

### 2.3.1 Ruídos aerodinâmico

Para Simões (2015), o ruído aerodinâmico é o que mais se sobressai em relação aos ruídos mecânicos, pois a maior parte dos ruídos que ocorrem nos geradores eólicos

são os ruídos aerodinâmicos, que consiste na interação das pás com o fluxo de ar do local, que variam de acordo com as dimensões das pás, visto que quanto maiores as pás, maior os níveis de ruídos emitidos.

#### **2.4 Síndrome da Turbina Eólica (STE)**

Os geradores eólicos emitem dois tipos de frequências, frequência que ocorre de 20 a 500Hertz chamado de som audível, e a frequência infrassom, que ocorre de 0 a 20Hertz, sendo as principais frequências causadoras da STE (SIMÕES, 2015). Para Pierpoint (2010), os principais sintomas diagnosticadas na STE estão os problemas em concentração e aprendizagem, tontura, instabilidade e náuseas, dores de cabeça que aumentam de acordo com a frequência e a perturbação do sono, na qual o indivíduo possui dificuldades em adormecer devido ao ruído audível, porém, nem todos os residentes próximos às turbinas eólicas manifestam os sintomas, pois cada indivíduo possui uma percepção diferente. De acordo com estudos, os ruídos influenciam diretamente na qualidade de sono da população, que podem vir a interferir no poder restaurador que o sono promove ao corpo humano, através de cargas de estresses, que faz o indivíduo ter uma noite de sono incompleta, pois o mesmo acorda várias vezes ao longo da noite, causando uma restrição de sono que podem levar o indivíduo a ter menos capacidade psicomotora, falta de criatividade, falta de memória e dificuldades para se comunicar. (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011). A falta de equilíbrio e a dificuldade psicomotora se devem ao fato de que os ruídos interferem diretamente em nossos ouvidos, mais especificamente no aparelho vestibular, responsável pela manutenção do equilíbrio (PIERPONT, 2010).

#### **2.5 Doença Vibro Acústica (DVA)**

A Doença Vibro Acústica é considerada como uma patologia sistêmica ocorrida em razão da excessiva exposição aos Ruídos de Baixa Frequência (RBF), que ocorrem abaixo dos 500Hertz, tendo como principal característica, o aumento de produção desenfreado de colágeno e elastina sem que haja de fato uma inflamação no local (BRANCO; PEREIRA, 2010). A exposição aos RBF ocasiona um engrossamento das camadas médias das paredes, interferindo no fluxo sanguíneo do corpo humano (BRANCO; PEREIRA, 2007). A RBF atinge principalmente o sistema respiratório do indivíduo e o sistema cardiovascular, podendo atingir também o sistema nervoso, os tecidos e os órgãos. As lesões dos órgãos e tecidos acontece através da propagação da



vibração sonora nos tecidos, conhecido como o método de mecano-transdução, que promove alterações no recebimento de informações das células, causando o aparecimento excessivo de colágeno e elastina. Os efeitos mais diagnosticados na DVA, estão relacionados a problemas no coração, como a alteração em suas estruturas vasculares, prolapso da válvula mitral, e espessamentos sem aparente inflamação no pericárdio. A sociedade médica ainda não possui muitos conhecimentos à respeito da DVA, sendo em muitas das vezes, os pacientes diagnosticados como hipocondríacos, pois as coletas para os testes médicos de rotina não mensuram ou apresentam qualquer vestígio ou provas da existência da DVA, pois a DVA é diagnosticada apenas através do uso de exames cardiográficos e broncoscópicos. Podem ser também solicitados exames para um diagnóstico mais completo, como teste de potenciais evocados cognitivos (P300), ressonâncias magnéticas, exames de ventilação PCO<sub>2</sub>, fatores de coagulação sanguínea, potenciais evocados auditivos do tronco cerebral e um exame neurológico. Os médicos deverão se atentar aos sintomas apresentados pelos pacientes, que muitas das vezes passam despercebidas, como epilepsia tardia; falta de equilíbrio; tumores nas vias respiratórias; doenças auto imunes como lúpus eritematoso e vitiligo; intolerância a qualquer tipo de som, com uma sensação de hiperacúsia; ansiedades e falta de ar em locais fechados; tosses em pacientes não fumantes; garganta irritada e palpitações cardíacas fora de compasso, como apertos no peito (BRANCO; FERREIRA; PEREIRA, 2006).

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de geradores eólicos surgiu como uma alternativa ao uso das hidrelétricas para a geração de energia elétrica, apesar dos aspectos positivos para o meio ambiente ao adotar os geradores eólicos para o fornecimento de energia elétrica, há também os pontos negativos no funcionamento dos aerogeradores, principalmente para a saúde humana no longo prazo, pois a exposição excessiva aos ruídos ocasiona diversos desconfortos para pessoas mais sensíveis como dores de cabeças muito mais frequentes, irritabilidade, dificuldades para dormir e até mudanças de humor, como irritabilidade e problemas cardíacos, que muitas das vezes recebem diagnósticos equivocados. Essas exposições excessivas em um longo tempo, podem ocasionar surgimento de algumas doenças, como a Síndrome da Turbina Eólica e a Doença Vibro Acústica, que interferem principalmente no funcionamento do nosso organismo, que se não diagnosticado corretamente e tratado a tempo, podem prejudicar ainda mais a qualidade de vida daqueles expostos aos ruídos.

#### 4 REFERÊNCIAS

ANEEL. (2005). Energia Eólica. Em Aneel, *Energia Eólica*. Acesso em 03 de Setembro de 2020, disponível em [http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/Anexo6\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/Anexo6(3).pdf)

BRANCO, N. A., PEREIRA, M. A. (s.d.). A Doença Vibroacústica – Revisão de Conceitos. *A Doença Vibroacústica – Revisão de Conceitos*. Lisboa, Lisboa, Portugal. Acesso em 08 de Setembro de 2020, disponível em <https://recil.grupolusofona.pt/handle/10437/2254>

BRANCO, N. C., PEREIRA, A. M. (02 de Novembro de 2007). Sobre o Impacto de Infrassons e Ruído de Baixas Frequências na Saúde Pública - Dois Casos de Exposição Residencial. *Sobre o Impacto de Infrassons e Ruído de Baixas Frequências na Saúde Pública - Dois Casos de Exposição Residencial*. Lisboa, Lisboa, Portugal. Acesso em 09 de Setembro de 2020, disponível em <https://revistas.ulusofona.pt/index.php/revistasaude/article/view/670>

BRANCO, N. C., FERREIRA, J. R., PEREIRA, M. A. (11 de Novembro de 2006). O aparelho respiratório na doença vibroacustica: 25 anos de investigacao. Portugal. Acesso em 9 de Setembro de 2020, disponível em <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S087321591530341X?token=3F8E55F6E6091DE91F3EE42F8B8AFA960C4BD6C52A626F49BE62B2BFC32D5E3711E9506B6194E912916BBC7C571EC2D0>

COSTA, A. R. (Julho de 2014). O RUÍDO AMBIENTAL DE AEROGERADORES DE PEQUENA DIMENSÃO. *O RUÍDO AMBIENTAL DE AEROGERADORES DE PEQUENA DIMENSÃO*. Porto, Porto, Portugal. Acesso em 04 de Setembro de 2020, disponível em <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUK Ewjn8Ia53NjrAhVwHLkGHb1OByYQFjAAegQIBRAB&url=https%3A%2F%2Fcore.ac.uk%2Fdownload%2Fpdf%2F143400876.pdf&usg=AOvVaw0qfasANmLJ0eHWdR7LQmB5>

EWEA. (jANEIRO de 2009). Wind at Work. *Wind at Work*. Acesso em 03 de Setembro de 2020, disponível em [http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/reports/Wind\\_at\\_work.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/reports/Wind_at_work.pdf)

KASPARY, R. M.; JUNG, C. F. (2013). ENERGIA EÓLICA NO BRASIL: UMA ANÁLISE DAS VANTAGENS E DESVANTAGENS. *ENERGIA EÓLICA NO BRASIL: UMA ANÁLISE DAS VANTAGENS E DESVANTAGENS*. Acesso em 21 de Junho de 2020, disponível em [http://www.inovarse.org/sites/default/files/T\\_15\\_430.pdf](http://www.inovarse.org/sites/default/files/T_15_430.pdf) >

LIMA, S. A. (28 de Setembro de 2015). Estudo de Medição e Análise do Ruído de Aerogeradores de Grande Porte No Estado do Ceará. *Estudo de Medição e Análise do Ruído de Aerogeradores de Grande Porte No Estado do Ceará*. Fortaleza, Ceará,

Brazil. Acesso em 04 de Setembro de 2020, disponível em  
[www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/14730/1/2015\\_dis\\_salima.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/14730/1/2015_dis_salima.pdf)

PARDAL, T. (2013). Ruído Ocupacional Baixa Frequencia: Doença Vibroacústica vs. Síndrome da Turbina Eólica. *Ruído Ocupacional Baixa Frequencia: Doença Vibroacústica vs. Síndrome da Turbina Eólica*. Setúbal, Portugal. Acesso em 13 de Agosto de 2020, disponível em <http://hdl.handle.net/10400.26/4003>

PICOLO, A. P.; BUHLER, A.; RAMPINELLI, G. A. (03 de Outubro de 2014). Uma abordagem sobre a energia eólica como alternativa de ensino de tópicos de física clássica. *Uma abordagem sobre a energia eólica como alternativa de ensino de tópicos de física clássica*. Santa Catarina, Brasil. Acesso em 21 de Junho de 2020, disponível em [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172014000400007&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172014000400007&script=sci_abstract&tlng=pt)

PIERPONT, N. (3 de Novembro de 2010). *Síndrome da turbina eólica*. Acesso em 13 de Agosto de 2020, disponível em [http://resistir.info/energia/sindrome\\_c\\_eolicas.html](http://resistir.info/energia/sindrome_c_eolicas.html)  
ROGERS, A. L., MANWELL, J. F., & WRIGHT, S. (Junho de 2006). Wind Turbine Acoustic Noise. *Wind Turbine Acoustic Noise*. Amherst, Massachusetts, Estados Unidos da América. Acesso em 05 de Setembro de 2020, disponível em [http://www.theproblemwithwindpower.com/info/Wind\\_Turbine\\_Acoustic\\_Noise\\_Rev2006.pdf](http://www.theproblemwithwindpower.com/info/Wind_Turbine_Acoustic_Noise_Rev2006.pdf)

SIMÕES, S. C. (2015). Caracterização do Ruído produzido por um parque eólico. Efeito sobre a população. Setúbal, Portugal. Acesso em 13 de Agosto de 2020, disponível em [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwijnNiH7ZvrAhUkILkGHfZLABAQFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fcomum.rcaap.pt%2Fbitstream%2F10400.26%2F10518%2F1%2FTese%25202015\\_Sara%2520Sim%25C3%25B5es.pdf&usg=AOvVaw286rD3TEkFwlM5IPQEE](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwijnNiH7ZvrAhUkILkGHfZLABAQFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fcomum.rcaap.pt%2Fbitstream%2F10400.26%2F10518%2F1%2FTese%25202015_Sara%2520Sim%25C3%25B5es.pdf&usg=AOvVaw286rD3TEkFwlM5IPQEE)

WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2011). Burden of Disease from environmental noise. *Burden of Disease from environmental noise*. Europa: JRC European Commission. Acesso em 06 de Setembro de 2020, disponível em [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0008/136466/e94888.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf)