

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM
TECNOLOGIA DE MATERIAIS E
PROCESSOS INDUSTRIAIS**

MESTRADO PROFISSIONAL

Trabalhos de Conclusão – 2021



Trabalho de Conclusão

Título: ANÁLISE MECÂNICA E FÍSICO-QUÍMICA EM CORPOS DE PROVA DE POLIPROPILENO SOLDADOS POR ELEMENTO QUENTE

Autor: EDUARDO VINICIUS PETRY

Abreviatura: PETRY, E. V.

Tipo do Trabalho: DISSERTAÇÃO

Data da Defesa: 23/02/2021

Resumo: A soldagem é um método muito requisitado na montagem de conjuntos e estruturas, intrínseco em qualquer processo produtivo, normalmente empregado em metais e como um último recurso ante à necessidade de preservação da microestrutura cristalina dos materiais. A soldagem também é utilizada em polímeros, através de diversos dispositivos a quente, mas o aquecimento do material plástico, próximo ao seu ponto de amolecimento, traz consigo consequentes distorções em suas cadeias poliméricas. Tais distorções podem gerar perdas em propriedades mecânicas e na estabilidade química do material. A união autógena de polipropileno possui aplicações na indústria, na fabricação de tanques e equipamentos por exemplo, e é realizada basicamente em chapas extrudadas, com processos de soldagem que utilizam desde meios manuais até computadorizados. Neste contexto, o setor de equipamentos para galvanoplastia é um grande consumidor de tanques de polipropileno para os banhos químicos e tratamento de águas. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar as juntas autógenas termosoldadas em chapas de polipropileno, para aplicação em tanques de efluentes. Os corpos de prova foram fabricados na empresa Eurogalvano do Brasil Ltda, com base na normativa alemã Deutscher Verband Fur Schweiseen (DVS) e em máquinas de soldagem computadorizadas. Nestes corpos de prova foram realizados ensaios mecânicos de tração e impacto, bem como físico-químicos, como as microscopias óptica (MO) e eletrônica de varredura (MEV), a calorimetria exploratória diferencial (DSC) e a espectroscopia no infravermelho (FTIR). Nos ensaios de impacto Charpy, os corpos de prova soldados demandaram em média 40% menos energia para fratura. Nos ensaios de tração, solicitaram 31% menos de força máxima do teste, bem como 24% menos tensão de escoamento. A grande diferença ficou evidenciada no quesito de deformação plástica, em que os corpos de prova sem soldagem alongaram cerca de 290% em média, enquanto os demais sem solda praticamente não deformaram, rompendo prematuramente ao entraram na zona plástica. As micrografias de MO e o MEV apresentaram diferenças entre às faces de fratura das amostras soldadas, evidenciando menos interação molecular entre às faces soldadas, em comparação com os corpos de prova sem soldagem. A calorimetria diferencial apresentou ligeira alteração no grau de cristalinidade do material que compõe a junta. Já a espectroscopia no infravermelho não apontou alterações significativas. Os resultados da pesquisa sugerem que as juntas autógenas soldadas de polipropileno suportam com êxito aplicações que não exijam deformação plástica, ou seja, aquelas com carga dentro de seus limites de escoamento da matriz polimérica, como aplicações em tanques de efluentes. Para outras situações, que demandam impacto e fadiga, os resultados sugerem que sua utilização pode tornar-se insegura.

Palavras-Chave: Polipropileno; Soldagem polimérica; Termofusão; União autógena

Abstract: Welding is a highly requested method in the assembly of sets and structures, intrinsic in any production process, normally used in metals and as a last resort in view of the need to preserve the crystalline microstructure of materials. Welding is also used in polymers, through various hot devices, but heating the plastic material, close to its softening point, brings with it consequent distortions in its polymer chains. Such distortions can lead to losses in mechanical properties and chemical stability of the material. The polypropylene autogenous union has applications in industry, in the manufacture of tanks and equipment, for example, and is basically carried out in extruded sheets, with



welding processes that use everything from manual to computerized means. In this context, the electroplating equipment sector is a major consumer of polypropylene tanks for chemical baths and water treatment. Thus, the objective of this work was to characterize the thermo-welded autogenous joints in polypropylene sheets, for application in effluent tanks. The specimens were manufactured by the company Eurogalvano do Brasil Ltda, based on the German regulations Deutscher Verband Fur Schweiseen (DVS) and on computerized welding machines. These specimens were subjected to mechanical tensile and impact tests, as well as physical-chemical tests, such as optical (OM) and scanning electron (SEM), differential scanning calorimetry (DSC) and infrared spectroscopy (FTIR) microscopy. In Charpy impact tests, welded specimens required an average of 40% less energy to fracture. In tensile tests, they requested 31% less maximum test force, as well as 24% less yield stress. The big difference was evidenced in the item of plastic deformation, in which the unwelded specimens elongated about 290% on average, while the others without welding practically did not deform, breaking prematurely when entering the plastic zone. The OM and SEM micrographs showed differences between the fracture faces of the welded samples, showing less molecular interaction between the welded faces, compared to the unwelded specimens. Differential calorimetry showed a slight change in the degree of crystallinity of the material that makes up the joint. Infrared spectroscopy did not show significant changes. The research results suggest that polypropylene autogenous welded joints successfully support applications that do not require plastic deformation, that is, those with load within their polymer matrix flow limits, such as applications in effluent tanks. For other situations, which demand impact and fatigue, the results suggest that its use can become unsafe.

Keywords: Autogenous union; Polymeric Welding; Polypropylene; Thermofusion.

Orientador: FERNANDO DAL PONT MORISSO

Acesso ao documento: <https://pergamum.feevale.br/acervo/282357>



Trabalho de Conclusão

Título: APLICAÇÃO DO PROCESSO DE PIRÓLISE E COMBUSTÃO EM RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA MOVELEIRA

Autor: LUCIANA ROCHA SANTOS

Abreviatura: SANTOS, L. R.

Tipo do Trabalho: DISSERTAÇÃO

Data da Defesa: 16/07/2021

Resumo: Durante décadas o Brasil tem depositado resíduos sólidos industriais em aterros industriais. A geração de resíduos aumentou nas últimas décadas com o aumento da atividade industrial e as novas soluções não foram suficientes para eliminar o envio de resíduos para aterros. Esta situação tem gerado um grande acúmulo de resíduos nestes locais e, conseqüentemente, de passivos ambientais. Indo ao encontro de soluções para esta situação, o presente trabalho investigou um modelo de tratamento de resíduo sólido industrial: pirólise seguida de combustão. A pirólise trata-se da degradação térmica de materiais via atmosfera com deficiência ou ausência de oxigênio. A pirólise foi estudada na temperatura máxima de 600°C e, nesta condição, os principais produtos podem ser agrupados em sólidos, líquidos e gases. Os líquidos volatilizados e gases alimentaram um reator de combustão, para a finalização do tratamento do resíduo. Os resíduos industriais utilizados no estudo foram provenientes de processos de fabricação de móveis. Na primeira fase da pesquisa investigou-se a degradação térmica dos resíduos por Análise Termogravimétrica com Espectrômetro de Massas acoplado (TGAMS), a composição de elementos por análise elementar (C, H e N) e elementos inorgânicos pela análise de Espectrometria por Fluorescência de Raios-X. Na sequência, foram realizados experimentos no reator de bancada que oportunizaram a investigação do balanço mássico, dos gases de combustão e dos sólidos residuais do processo de pirólise e combustão. Os experimentos realizados a 500°C apresentaram eficiência em média 45% menor na redução mássica, no intervalo de tempo observado, em comparação aos experimentos realizados a 600°C. No processo pirolítico realizado a 600°C, a investigação de compostos clorados, NOx e SOx nos gases de combustão evidenciou níveis satisfatórios, de acordo com os limites estabelecidos pela Diretriz Técnica 01/2018 da FEPAM. A verificação de metais tóxicos, como chumbo, manganês e cobre, na mistura de resíduos original e nos sólidos residuais do processo, revelou que cerca de 50% destes elementos foram liberados ao ambiente durante o processo de pirólise e combustão.

Palavras-Chave: pirólise seguida de combustão; pirólise; tratamento térmico para resíduos; resíduos de móveis.

Abstract: For decades Brazil has been depositing solid industrial waste in industrial landfills. The production of waste has increased in recent decades with the growth of the industrial activity and the new solutions were not enough to eliminate the sending of waste to landfills. This situation has generated a large accumulation of waste in these sites and, consequently, of environmental liabilities. In order to find solutions to this situation, the present work investigated a model of industrial solid waste treatment: pyrolysis followed by combustion. Pyrolysis is the thermal degradation of materials via an atmosphere with a deficiency or absence of oxygen. Pyrolysis was studied at a maximum temperature of 600°C and, under this condition, the main products can be grouped into solids, liquids and gases. The volatilized liquids and gases fed a combustion reactor, for the completion of the waste treatment. The industrial waste used in the study came from furniture manufacturing processes. In the first phase of the research, the thermal degradation of the residues was investigated by Thermogravimetric Analysis with a Coupled Mass Spectrometer (TGAMS), the composition of elements by elemental analysis (C, H and N) and inorganic elements by the analysis of Fluorescence Ray Spectrometry -X. In the next step, experiments were carried out in the bench reactor, which provided an opportunity to investigate the mass balance, combustion gases and residual solids from the pyrolysis and combustion process. The



experiments carried out at 500°C showed, on average, 45% lower efficiency in the mass reduction, in the observed time interval, compared to the experiments carried out at 600°C. In the pyrolytic process carried out at 600°C, the investigation of chlorinated compounds, NO_x and SO_x in the flue gases showed satisfactory levels, in accordance with the limits established by FEPAM Technical Guideline 01/2018. The verification of toxic metals, such as, lead, manganese and copper, in the original waste mixture and in the residual solids from the process, revealed that about 50% of these elements were released to the environment during the process of pyrolysis and combustion.

Keywords: pyrolysis followed by combustion; pyrolysis; heat treatment for waste; furniture waste

Orientador: MARCO ANTONIO SIQUEIRA RODRIGUES

Acesso ao documento: <https://pergamum.feevale.br/acervo/281879>



Trabalho de Conclusão

Título: DESENVOLVIMENTO DE ARGAMASSA FOTOCATALÍTICA PARA UTILIZAÇÃO EM PLACAS CIMENTÍCIAS

Autor: MATHEUS MARTINI

Abreviatura: MARTINI, M.

Tipo do Trabalho: DISSERTAÇÃO

Data da Defesa: 11/08/2021

Resumo: Os elementos de fachada são os principais responsáveis pela estética das edificações, no entanto, as inúmeras dificuldades para limpeza e a necessidade de manutenção constante são problemas que levam a gastos elevados e diminuem a efetividade estética. Nesse cenário, o presente estudo analisa a adição de diferentes tipos de dióxido de titânio (anatase e rutilo) em argamassas para placas cimentícias, aliando a facilidade e velocidade de montagem com efeitos autolimpantes de fotocatalise, em que, a estrutura é responsável pela sua própria manutenção. Para o estudo, são realizados ensaios de resistência mecânica e de envelhecimento para placas cimentícias, visando analisar a influência da adição de dióxido de titânio e fibras nesse fator. Também, é analisado o efeito da fotocatalise, através da observação da alteração de cor e características da superfície das placas com essas adições, comparando os resultados entre os diferentes tipos de estrutura cristalina do dióxido de titânio e o efeito da adição da fibra. São utilizados cinco teores diferentes de adição, um para o controle, com 0 %, outros dois para o dióxido anatase com 5 % e 10 % e outros dois para o dióxido rutilo, com 5 % e 10 % de adição. Todos os cinco teores foram analisados em referência a adição ou não de 0,3 % de fibra de polipropileno. Os resultados demonstram que as adições das fibras e do dióxido de titânio são benéficas para a diminuição da variação de coloração em relação a placa original, considerando a o tempo, com a fibra ainda aumentando a resistência mecânica, enquanto ambos os teores e tipos de dióxido de titânio acabam reduzindo-a. Quanto a permeabilidade, apenas a adição de 5% rutilo apresentou baixa eficiência na estanqueidade. Tanto as adições de dióxido Rutilo, quanto as Anatase, obtiveram bons resultados na alteração de cor. Os ensaios de envelhecimento acelerado apontam para uma diminuição da efetividade da fotocatalise dos materiais nessa condição, o que gera preocupações quanto a durabilidade do sistema.

Palavras-Chave: Fotocatalise; Dióxido de Titânio; Anatase; Rutilo; Placas Cimentícias; Fachadas. Autolimpante.

Abstract: The facade elements are responsible for most of the beauty in the structures in civil construction, however the great number of difficulties to clean it and the necessity of continuous maintenance are problems that brings costs and less esthetically appeal in such buildings. In this scenario, this academic research studies the addition of different titanium dioxide microstructures (anatase and rutile) in mortars specific for usage in cement boards, joining the workability and the velocity of build from the fibercement boards with the esthetic autocleaning capabilities of the photocatalysis materials, in which the structure is the responsible itself for the maintenance of its appearance. The research tests the mechanical resistance and ageing specific to mortars used to cement boards, aiming to analyze the influence of the addition of titanium dioxide and polypropylene fibers in these factors, also analyzing the effect of the depollution and self-cleaning of each of the percentages and kinds of titanium dioxide and fibers researched. It is analyzed five percentages of TiO₂, with an 0 % sample to be the control, two samples for anatase titanium dioxide with 5 % and 10 % addition and two for titanium dioxide rutile with 5 % and 10 %. All these five combinations are also analyzed according to the addition of 0% or 0,3% of polypropylene fibers. The results obtained allow the analysis of the effect of this material in photocatalysis in the specific application in mortars to cement boards, showing that the TiO₂ addiction improves the photocatalytic activity, but worse the flexural strength. The fiber improves both situations. The study identifies that Anatase and Rutile titanium dioxide improves in a very similar way the self-cleaning. But the results of the accelerated aging shows that the photocatalytic activity also worse in this conditions.



Keywords: Photocatalysis; Titanium Dioxide; Anatase; Rutile; Cement Board; Facades; Self-cleaning.

Orientador: CARINA MARIANE STOLZ

Acesso ao documento: <https://pergamum.feevale.br/acervo/282359>



Trabalho de Conclusão

Título: DESENVOLVIMENTO DE UM MOTOR SÍNCRONO TRIFÁSICO DE 9 kW COM ROTOR DE MATERIAL SINTERIZADO PARA TRAÇÃO DE CARRETA AGRÍCOLA

Autor: MARCO ANTONIO FROHLICH

Abreviatura: FROHLICH, M. A.

Tipo do Trabalho: DISSERTAÇÃO

Data da Defesa: 22/02/2021

Resumo: Este trabalho tem por objetivo o desenvolvimento (projeto, construção e testes) de um motor síncrono trifásico com ímãs permanentes com potência aproximada de 9 kW, onde o núcleo do rotor, usualmente construído a partir de chapas de aço laminadas, será substituído por blocos maciços de uma liga sinterizada, obtido a partir dos processos da metalurgia do pó. Como base, será utilizado um motor de indução trifásico de 7,3 kW, substituindo o núcleo do rotor construído de chapas de aço laminadas e uma gaiola, por um núcleo maciço sinterizado com ímãs permanentes. Assim, é possível transformar um motor de indução de baixo custo em uma máquina síncrona de alto rendimento. Os ensaios foram realizados em bancada, onde o motor elétrico atingiu uma eficiência máxima de 91% a 60 hertz desenvolvendo 3016 watts de potência, sob limitação do gerador e instrumentação utilizada. O motor desenvolvido foi aplicado em uma carreta agrícola, em substituição ao motor de combustão interna. O torque desenvolvido nos ensaios supera em 60% o torque máximo do motor empregado originalmente, identificando que o motor elétrico pode ser utilizado para tração no veículo.

Palavras-Chave: motor síncrono trifásico; metalurgia do pó; veículos elétricos

Abstract: The objective of this work is the development (design, construction and testing) of a three-phase synchronous motor with permanent magnets with an approximate power of 9 kW, where the rotor core, usually made from rolled steel sheets, will be replaced by solid blocks of a sintered alloy obtained from powder metallurgy processes. As a basis, a 3.3 kW three-phase induction motor will be used, replacing the rotor core constructed of rolled steel sheets and a cage by a solid core sintered with permanent magnets. Thus, it is possible to transform a low-cost induction motor into a high-performance synchronous machine. The tests were carried out on a bench, where the electric motor reached a maximum efficiency of 91% at 60 hertz developing 3016 watts of power, under the limitation of the generator and instrumentation used. The engine developed was applied to an agricultural vehicle, replacing the original internal combustion engine. The torque developed in the tests exceeds the maximum torque of the motor originally used by 60%, identifying that the electric motor can be used for traction in the vehicle.

Keywords: three-phase synchronous motor; powder metallurgy; electric vehicle

Orientador: MOISES DE MATTOS DIAS

Acesso ao documento: <https://pergamum.feevale.br/acervo/280727>



Trabalho de Conclusão

Título: DESENVOLVIMENTO DE UMA BLENDA DE RESÍDUOS DE PEAD E PET

Autor: EDUARDO SCALZILLI TANNHAUSER

Abreviatura: TANNHAUSER, E. S.

Tipo do Trabalho: DISSERTAÇÃO

Data da Defesa: 12/07/2021

Resumo: Com o aumento do consumo aliado ao aumento populacional a busca pelo plástico como material utilizado para fabricação de produtos e embalagens tem crescido proporcionalmente. Levando em consideração que a cultura da reciclagem no Brasil ainda não está estabelecida, temos, conseqüentemente, um aumento de resíduos descartados formal e informalmente. Quando não dispostos em aterros sanitários, esses resíduos se acumulam em lixões ou no meio ambiente poluindo ecossistemas e ocasionando problemas relacionados ao desenvolvimento e conservação da natureza. Neste contexto, o objetivo do trabalho é o desenvolvimento de uma blenda composta por resíduos de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) e Poli (tereftalato de Etileno) – PET – reciclados, para dar vazão a uma parte desses resíduos que estão sendo descartados, quando poderiam ser uma alternativa econômica e social para nossa sociedade. A pesquisa avaliou diversas formulações que poderiam compor a blenda polimérica analisando dois tipos de plásticos descartados: o poli (tereftalato de etileno) (PET) e o polietileno de Alta Densidade (PEAD). A metodologia constituiu-se na captação direta da matéria prima em estabelecimentos residenciais e comerciais, composta por sacolas de PEAD e garrafas PET, trituração e moagem do material, injeção do resíduo beneficiado para confecção de corpos de provas e posterior análises físico, químicas e mecânicas, bem como caracterizações morfológica, físico-química e mecânica de cada mistura. Os resultados evidenciaram que a mistura ideal para a composição da blenda é de 20%PET x 80% PEAD, por sua maior resistência a tração e alongamento, maior temperatura de início, a segunda maior temperatura de cristalização e a menor perda de massa, segundo os testes de TGA e DSC, dentre as amostras analisadas. Com essa mistura foi possível confeccionar um cabide pelo método de injeção com molde, validando assim as propriedades testadas da blenda escolhida.

Palavras-Chave: Blenda; PEAD; PET; Polímeros; Reciclagem; Resíduos.

Abstract: Assuming the increase in consumption together with the increase in the population rate, the search for plastic as the material used to manufacture products and packaging has grown proportionally. Taking in consideration that the culture of recycling in Brazil is not properly followed and well established, we have, consequently, an increase in waste formally and informally discarded. When not accumulated in landfills, these residues accumulate in dumps or in the environment, polluting ecosystems and causing problems related to the development and conservation of nature. In this context, the main objective of this research is the development of a blend composed of recycled HDPE and PET waste, to release a part of this waste that is being wrongly discarded, when it could be an economic and social alternative for our society. The research evaluated several formulations that could compose the polymer blend by analyzing two types of discarded plastics: poly (ethylene terephthalate) (PET) and High-Density polyethylene (HDPE). The experiments were characterized in order to understand the best composition according to current standards. The methodology consisted of the direct capture of raw material in residential and commercial establishments, consisting of HDPE bags and PET bottles, crushing and grinding the material, injecting the processed waste for making test specimens and subsequent physical, chemical and mechanical analysis, as well as morphological, physicochemical and mechanical characterizations of each mixture. The results showed that the ideal mixture for the tile composition is the mixture composed of 20% PET x 80% HDPE, due to its greater resistance to traction and elongation, higher starting temperature, the second highest crystallization temperature and the lowest mass loss, according to the TGA and DSC tests, among



the analyzed samples. With the chosen mixture, it was possible to manufacture a hanger using the injection molding method, thus validating the tested properties of the chosen blend.

Keywords: Blend; PEAD; PET; Polymers; Recycling; Waste.

Orientador: CARLOS LEONARDO PANDOLFO CARONE

Acesso ao documento: <https://pergamum.feevale.br/acervo/281863>



Trabalho de Conclusão

Título: NANOPARTÍCULAS DE PRATA COMO AGENTE ANTIMICROBIANO APLICADO AO COURO

Autor: ANA PAULA PIRES DOS SANTOS

Abreviatura: SANTOS, A. P. P.

Tipo do Trabalho: DISSERTAÇÃO

Data da Defesa: 22/02/2021

Resumo: O couro bovino, utilizado em inúmeros artefatos, é um material nobre com propriedade de absorver suor através de seus poros o que torna calçados, luvas e roupas com maior conforto no seu uso diário. Entretanto, o suor pode servir de nutriente para o crescimento de microorganismos no couro, quando aliado às condições de proliferação existentes como temperatura, umidade e oxigênio. Além disso, esses patógenos podem sobreviver em superfícies por meses se tornando uma fonte contínua de transmissão cruzada de doenças. Veículos de transporte público e particular, hospitais e aviões tem o potencial de espalhar diferentes espécies de microorganismos. Considerando a pandemia global com o coronavírus SARS-CoV-2 e a preocupação dos consumidores com a higiene, a indústria está buscando por alternativas que possam atender esta demanda. Diante disto, a impregnação de nanopartículas de prata, que são agentes antimicrobianos, tornam-se uma alternativa promissora para aplicação em couros. A obtenção de nanopartícula ocorre por meio de dois métodos: o top-down, método físico, que utiliza a prata metálica reduzindo seu tamanho e o bottom-up, método químico, que utiliza átomos e agentes redutores para formar nanopartículas de tamanho definido. Contudo, a necessidade global de redução na utilização e produção de substâncias perigosas, faz com que a síntese verde, um dos métodos bottom-up, seja amplamente estudada. Perante este cenário, o presente trabalho teve por objetivo produzir nanopartículas de prata utilizando extrato vegetal de *Psidium Guajava* L. e solução de tanino, para serem impregnadas no couro bovino na etapa de pós-curtimento. A metodologia consistiu em realizar a síntese verde da nanopartícula e avaliá-la por: espectrômetro de UV-Vis, microscopia eletrônica de varredura (MEV) e por análise de distribuição de tamanho. Na sequência, as nanopartículas de prata obtidas foram impregnadas na etapa de pós-curtimento de couros e as amostras foram testadas para as bactérias *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*, gram-positiva e gram-negativa, além de terem sua estrutura avaliada em microscópio eletrônico de varredura, para verificar a morfologia da pele. Assim, o trabalho possibilitou a formação de nanopartículas com diâmetro médio de 144,99 nm, para o caso da *Psidium Guajava* L., e 356,63 nm, para o caso da solução de tanino, além de proporcionar a produção de um couro resistente à aderência e proliferação de bactérias por meio da utilização de nanopartículas de prata obtidas por rota verde.

Palavras-Chave: agente antimicrobiano; couro; nanopartículas de prata; síntese verde

Abstract: The bovine leather, used in numerous artifacts, is a noble material with the property of absorbing sweat through its pores which makes shoes, gloves and clothes more comfortable in their daily use. However, sweat can serve as a nutrient for the growth of microorganisms in the leather, when combined with the existing proliferation conditions such as temperature, humidity and oxygen. In addition, these pathogens can survive on surfaces for months, becoming a continuous source of cross-disease transmission. Public and private transport vehicles, hospitals and airplanes have the potential to spread different species of microorganisms. Considering the global pandemic with the SARS-CoV-2 coronavirus and the concern of consumers with hygiene, the industry is looking for alternatives that can meet this demand. In view of this, the impregnation of silver nanoparticles, which are antimicrobial agents, become a promising alternative for application in leathers. The obtaining of nanoparticles occurs through two methods: the top-down, physical method, which uses metallic silver to reduce its size, and the bottom-up, chemical method, which uses atoms and reducing agents to form nanoparticles of defined size. However, the global need to reduce the use and production of



hazardous substances, makes green synthesis, one of the bottom-up methods, widely studied. In view of this scenario, the present work aimed to produce silver nanoparticles using vegetable extract of *Psidium Guajava* L. and tannin solution, to be impregnated in bovine leather in the posttanning stage. The methodology consisted of carrying out the green synthesis of the nano-silver and evaluating it by: UV-Vis spectrometer, scanning electron microscopy (SEM) and by size distribution analysis. Subsequently, the silver nanoparticles obtained were impregnated in the post-tanning stage of leathers and the samples were tested for the bacteria *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*, gram-positive and gram-negative, in addition to having their structure evaluated in an electron microscope. scanning, to check the skin morphology. Then, the work enabled the formation of nanoparticles with an average diameter of 144.99 nm, for the case of *Psidium Guajava* L., and 356.63 nm, for the case of the tannin solution, in addition to providing the production of a resistant leather adherence and proliferation of bacteria through the use of silver nanoparticles obtained by the green route.

Keywords: antimicrobial agent;green synthesis;leather;silver nanoparticles

Orientador: FERNANDO DAL PONT MORISSO

Acesso ao documento: <https://pergamum.feevale.br/acervo/278523>



Trabalho de Conclusão

Título: OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0

Autor: EDERSON WILLIAM LAZZARETTI

Abreviatura: LAZZARETTI, E. W.

Tipo do Trabalho: DISSERTAÇÃO

Data da Defesa: 02/07/2021

Resumo: Todas as formas de processos de manufatura vêm sendo reavaliadas, aperfeiçoadas ou recriadas ao longo dos anos, visando maior eficiência das atividades desempenhadas e consequentemente buscando melhores resultados. Pensando em mudanças tecnológicas, ocorre a evolução da indústria 4.0 ou 4ª Revolução Industrial, que trata da comunicação instantânea entre cliente-produto-fornecedor, gerando valor. Tal revolução tecnológica é uma realidade e as empresas inseridas neste contexto devem constantemente avaliar a inserção de novas tecnologias para aprimorar sua performance, com o apoio digital, permite o executor do processo tomar decisões cruciais com mais agilidade. O presente estudo tem como objetivo analisar o desempenho dessa revolução no processo produtivo, em um universo de empresas do ramo químico e metalúrgico da região do Sul e Sudeste do país, visando desde a forma mais adequada de gerir os processos atuais até melhorar os resultados futuros. Do total de 10 empresas pesquisadas, obteve-se uma base para análise dos dados através de questionários e por meio desse levantamento inicial foi possível identificar os processos que melhor representavam a manufatura inteligente. O estudo de caso na empresas Chemicall e Metallurgicall, duas empresas que serão apresentadas com nomes fictícios, buscou avaliar o grau de inserção das empresas nas tecnologias emergentes e análise da utilização das tecnologias da Indústria 4.0 nos processos produtivos. Como principais resultados, pôde-se verificar a quais métricas da transformação digital as empresas estão alinhadas, bem como, o nível de aderência (1 a 5), onde 1: Muito Baixo/Não se aplica, até 5 que Muito Alto/Completamente, em relação às principais ferramentas disponíveis da Indústria 4.0. Como resultados principais do modelo de maturidade se obteve: que a Chemicall apresenta grau de inserção na Indústria 4.0 considerado alto e a Metallurgicall foi considerado como moderado, isso implica em diferentes graus de inserção das empresas nacionais e seus respectivos setores na quarta revolução industrial.

Palavras-Chave: Big Data; Gestão. Indústria Química. Indústria Metalúrgica. Indústria 4.0. Transformação Digital.

Abstract: All forms of manufacturing processes have been reassessed, improved or recreated over the years, looking for greater efficiency in the activities performed and, consequently, seeking better results. Thinking about technological changes, occurs the evolution of industry 4.0 or 4th Industrial Revolution, which deals with instant communication between customer-product-supplier, generating value. This technological revolution is a reality and companies inserted in this context must constantly evaluate the addition of new technologies to improve its performance, with digital support, allows the executor of the process to make crucial decisions with more agility. The present paper will seek to analyze the performance of this revolution in the production process, in a universe of companies of the chemical and metallurgical industry in the South and Southeast of the country, aiming at the most appropriate way to manage current processes and improving future results. From the total of 10 companies surveyed, through questionnaires, obtaining the appropriate data for analysis, from this initial survey it was possible to identify the processes that best represented intelligent manufacturing. The case study in the companies Chemicall and Metallurgicall, fictitious names, seeks to assess the degree of insertion of the company in emerging technologies and analysis of the use of technologies of Industry 4.0 in the productive processes. As main results, it was possible to verify which metrics of digital transformation companies are aligned, as well as the level of adherence (1 to 5) where 1: Very Low/Not Applicable, up to 5 that Very High/Full in



relation to the main tools available from Industry 4.0. The main results of the maturity model were obtained: Chemical degree of insertion in Industry 4.0 considered High and Metallurgical was considered moderate, this implies different degrees of insertion of national companies and their respective sectors in the fourth industrial revolution.

Keywords: Big data; Chemical Industry. Metallurgical Industry. Industry 4.0. Management, Digital Transformation.

Orientador: DANIELA MULLER DE QUEVEDO

Acesso ao documento: <https://pergamum.feevale.br/acervo/281865>



Trabalho de Conclusão

Título: REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DE EVA DA INDÚSTRIA CALÇADISTA NA DE ARTEFATOS DE BORRACHA

Autor: JOSIAS JUNG E SILVA

Abreviatura: SILVA, J. J. E.

Tipo do Trabalho: DISSERTAÇÃO

Data da Defesa: 29/04/2021

Resumo: A utilização de resíduos de Etileno Vinil Acetato (EVA) da indústria calçadista na formulação de compostos elastoméricos tem sido uma alternativa ao descarte em aterros sanitários ou incineração nos fornos da indústria de cimento. Pesquisas propõem a incorporação desse tipo de material em diversos tipos de elastômeros termofixos, como as borrachas vulcanizadas, ou mesmo em termoplásticos como o PP, PEBD ou PVC. Neste trabalho, foram avaliados os efeitos da incorporação do resíduo de EVA em um composto de borracha do tipo estireno-co-butadieno (SBR). O resíduo é oriundo do descarte de aparas geradas durante a fabricação de palmilhas fornecidas para a indústria calçadista. O resíduo foi micronizado e então incorporado em uma formulação de borracha em diferentes concentrações, 0, 10, 20 e 30 phr. As formulações foram processadas em misturador fechado tipo Banbury com posterior homogeneização em misturador aberto tipo moinho de rolos. A conformação e reticulação foram efetuadas em prensa com fechamento hidráulico e aquecimento a vapor. A partir de corpos de prova padronizados, foram avaliadas as propriedades de dureza, densidade, resistência a abrasão, tensão na ruptura, alongamento, resistência ao rasgamento, módulo a 100, 200 e 300%. A morfologia do resíduo foi avaliada empregando microscopia eletrônica de varredura e microscopia ótica. As propriedades térmicas das formulações foram avaliadas por termogravimetria e calorimetria diferencial exploratória. A densidade de ligações cruzadas foi determinada pela equação de FloryRehner. O módulo de armazenamento (E') e de perda (E'') em função da temperatura foram obtidos empregando um analisador dinâmico-mecânico. Os resultados obtidos indicam que a adição do resíduo na formulação da borracha provoca um aumento nas propriedades de resistência à tração, resistência ao rasgamento e rigidez abaixo de 0 °C, ao mesmo tempo que são preservadas as propriedades de alongamento na ruptura, resistência à abrasão, viscosidade e as características de cura. Os resultados mostraram que o valor da T_g diminuiu conforme foi adicionado o resíduo na formulação, sugere-se que o aumento das ligações cruzadas e a presença do resíduo ligado fisicamente a matriz elastomérica estejam contribuindo para a redução da mobilidade das cadeias do elastômero, dessa forma modificando a temperatura de transição vítrea. Apesar disso, a incorporação do resíduo na formulação de borracha aparentou não influenciar a estabilidade térmica nas formulações avaliadas. Os resultados demonstram que seria tecnicamente viável o reaproveitamento do resíduo de EVA em uma formulação de borracha do tipo SBR.

Palavras-Chave: Borracha; Resíduos de Etileno Vinil Acetato, SBR

Abstract: The use of ethylene vinyl acetate (EVA) residues from the footwear industry in the formulation of elastomeric compounds has been an alternative to disposal in landfills or incineration in cement industry furnaces. Research proposes the incorporation of this type of material in several types of thermoset elastomers, such as vulcanized rubbers, or even in thermoplastics such as PP, LDPE or PVC. In this work, the effects of incorporating the EVA residue into a rubber compound of the styrene-co-butadiene type (SBR) were evaluated. The waste comes from the disposal of chips generated during the manufacture of insoles supplied to the footwear industry. The residue was micronized and then incorporated into a rubber formulation in different concentrations, 0, 10, 20 and 30 phr. The formulations were processed in a closed Banbury mixer with subsequent homogenization in an open roller mill mixer. Conformation and cross-linking were carried out in a press with hydraulic closure and steam heating. Based on standardized specimens, the properties



of hardness, density, abrasion resistance, tensile strength, elongation, tear resistance, modulus at 100, 200 and 300% were evaluated. The morphology of the residue was evaluated using scanning electron microscopy and optical microscopy. The thermal properties of the formulations were evaluated by thermogravimetry and differential exploratory calorimetry. The crosslink density was determined by the Flory-Rehner equation. The storage (E') and loss (E'') modules as a function of temperature were obtained using a dynamic mechanical analyzer. The results obtained indicate that the addition of the residue in the rubber formulation causes an increase in the properties of tensile strength, tear resistance and stiffness below 0 °C, at the same time that the elongation properties in rupture, abrasion resistance are preserved, viscosity and curing characteristics. The results showed that the T_g value decreased as the residue was added to the formulation, it is suggested that the increase in crosslinks and the presence of the residue physically bound to the elastomeric matrix are contributing to the reduction of the mobility of the elastomer chains, thus modifying the glass transition temperature. Despite that, the incorporation of the residue in the rubber formulation did not seem to influence the thermal stability in the evaluated formulations. The results demonstrate that it would be technically feasible to reuse the EVA residue in an SBR-type rubber formulation.

Keywords: Rubber; ethylene vinyl acetate wastes, SBR.

Orientador: FABRICIO CELSO

Acesso ao documento: <https://pergamum.feevale.br/acervo/281539>

