

Universidade Federal de Santa Catarina
Atividades de Pesquisa
Formulário de Tramitação e Registro

Situação: **Aprovação/Depto Coordenador**
 Protocolo nº: **2014.0243**

Título:	O Desenvolvimento de Argamassas Multifuncionais com a Incorporação de Nanomateriais
Resumo:	<p>O uso da titânia (TiO₂) tem atraído cada vez mais interesse no meio científico e industrial, devido ao seu grande potencial de mercado, tais como em pigmentos de tintas, corantes alimentares, produtos eletrônicos, adesivos, fibras sintéticas, esmalte cerâmico, protetor solar e em cosméticos.</p> <p>Quando aplicado em revestimentos cerâmicos e materiais cimentícios, o efeito fotocatalítico permite a degradação dos poluentes orgânicos e inorgânicos presentes no ar. Assim, este fenômeno com característica "autolimpante" pode ser utilizado em nosso benefício, uma vez que evita o acúmulo de impurezas e crescimento orgânico, preservando a aparência das superfícies de revestimento limpa por mais tempo e melhor aspecto nas edificações. Além disso, o uso da TiO₂ apresenta outras vantagens devido ao baixo custo, inércia química, insolubilidade em água e estabilidade numa ampla faixa de pH.</p> <p>Neste contexto, este projeto de pesquisa tem por objetivo principal produzir formulações em pastas e argamassas de cimento com adição de nanopartículas de titânia. Estas argamassas funcionais são ambientalmente corretas, uma vez que os poluentes orgânicos e inorgânicos presentes no ar são absorvidos e degradados.</p> <p>Argamassas e pastas de cimento serão preparadas em laboratório com base nas formulações selecionadas através da mesa de consistência ou reômetro. O processo de hidratação será acompanhado por difração de raio X (DRX) e calor de hidratação, enquanto a microestrutura será avaliada através do microscópio eletrônico com a análise química (MEV/EDS). O comportamento mecânico e as propriedades físicas serão também analisadas. Além disso, o efeito fotocatalítico das argamassas será testada através da descoloração do corante Laranja II ou perante atmosfera seca (NO_x e ar puro) e úmida, por passagem da corrente gasosa de NO_x por água deionizada será também avaliado. Para validação dos resultados obtidos, será utilizado o planejamento estatístico de experimentos (DOE - design of experiments) em todas as etapas de produção, a fim de otimizar os parâmetros relativo ao custo/benefício do produto final.</p> <p>Os objetivos específicos</p> <p>Os objetivos específicos citados a seguir, estão relacionados com as atividades a serem desenvolvidas ao longo dos 36 meses de realização do projeto:</p> <p>(a) Empregar partículas nanométricas de TiO₂ em pastas e argamassas, utilizando a mesa de consistência (flow table) ou reômetro para a definição das composições;</p> <p>(b) A aplicação de métodos estatísticos e matemáticos através do planejamento de experimentos para a formulação de misturas e validação dos resultados encontrados.</p> <p>(c) O estabelecimento de uma correlação entre as propriedades, identificando os efeitos de interação entre as variáveis estudadas.</p> <p>A metodologia a ser empregada:</p> <p>(a) caracterização das matérias-primas pelos métodos tradicionais amplamente utilizados na área de materiais;</p> <p>(b) avaliação do comportamento do material no estado fresco, estimando-se os valores dos parâmetros reológicos, nomeadamente viscosidade plástica e tensão de escoamento;</p> <p>(c) caracterização das principais propriedades (estado fresco e endurecido) relevantes a uma argamassa de revestimento;</p> <p>(c) avaliação das capacidades de descoloração de corantes (Orange II) ou contaminantes do ar (NO_x);</p> <p>Disseminação de Resultados</p> <p>Os resultados serão divulgados ao longo de todo o projeto, através de publicações em revistas científicas relevantes do SCI com arbitragem científica internacional.</p>

	Principais contribuições da proposta Desenvolver uma argamassa de revestimento multifuncional capaz de interagir com o meio ambiente inserido, favorecendo o conforto humano e uma construção ambientalmente mais eficiente. Neste sentido, pretende-se obter um material capaz de reduzir a concentração de poluentes do ar interno de uma edificação.
Palavras chave: (máximo 5)	Argamassas; TiO ₂ ; Nanopartículas; Pasta de Cimento.
Grande Área do conhecimento:	Engenharias
Área do conhecimento:	Materiais e Componentes de Construção
Nome do Grupo de Pesquisa: (CNPq - Diretório)	Planejamento e Análise Experimentais Aplicados à Pesquisa, Desenvolvimento e Processamento de Materiais
Está vinculado a outro projeto de pesquisa?	
Período de realização:	05/02/2014 a 05/01/2017
A atividade receberá algum aporte financeiro?:	Não
Propriedade Intelectual (o resultado do projeto é ou poderá ser protegido por):	

■ ■ ■ **Envolvidos neste projeto de pesquisa**

Coordenador	
Nº do SIAPE:	2060986
Nome do Coordenador:	Luciano Senff
CPF do Coordenador:	88989909953
Departamento:	CAMPUS DE JOINVILLE
Centro:	CAMPUS DE JOINVILLE
Regime de trabalho:	DE
Fone de contato:	34350615
E-mail:	l.senff@ufsc.br
Carga horária semanal nesta atividade:	6 horas
Receberá remuneração nesta atividade de pesquisa?	Não

Você gostaria de participar do guia de fontes da UFSC?	Não
--	-----

Outros prof. ou servidores da UFSC envolvidos?	Sim
Alunos da UFSC envolvidos?	Não
Pessoas externas à UFSC envolvidas?	Sim

Participantes

Participante: DACHAMIR HOTZA	CTC-DEPTO DE ENG.QUIMICA E ENG.ALIMENTO
Participante: Gabriel Benedet Dutra	CAMPUS DE JOINVILLE
Part. externo: Adilson Schackow	UDESC / Joinville
Part. externo: Carla Florbela Ferreira Pinto da Silva	University of Bath / Inglaterra
Part. externo: Cristiano Diogo Pinho Figueiredo	University of Bath / Inglaterra
Part. externo: João António Labrincha	Univesidade de Aveiro / Portugal
Part. externo: Sivaldo Leite Correia	UDESC / Joinville

Outras Considerações

Este projeto de pesquisa conta com a participação de docentes da UFSC (Joinville e Florianópolis), externos (UDESC) e pesquisadores internacionais (Portugal e Inglaterra). Pretende-se com isto, combinar de modo sinérgico as experiências adquiridas por estes pesquisadores, favorecendo a transferência de conhecimento/tecnologia para o nosso país.

Nº do Processo: 2014.0243

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Centro de Engenharias da Mobilidade – CEM

**O DESENVOLVIMENTO DE ARGAMASSAS MULTIFUNCIONAIS
COM A INCORPORAÇÃO DE NANOMATERIAIS**

Coordenador: Luciano Senff

SIAPE nº 2060986

Joinville, Abril de 2014.

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO	3
1.1. SOLICITANTE.....	3
1.2. SÍNTESE DO PROJETO.....	3
<i>Início das Atividades</i>	3
<i>Instituição</i>	3
<i>Título do Projeto</i>	3
<i>Palavras-chave</i>	3
<i>Área de Pesquisa</i>	3
<i>Resumo</i>	3
2. DESCRIÇÃO DO PROJETO	4
2.1. JUSTIFICATIVA E QUALIFICAÇÃO DO PRINCIPAL PROBLEMA.....	4
2.2. OBJETIVOS E METAS	5
2.3. METODOLOGIA A SER EMPREGADA.....	5
2.4. DISSEMINAÇÃO DE RESULTADOS	5
2.5. PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES DA PROPOSTA.....	6
2.6. IDENTIFICAÇÃO DOS PARTICIPANTES DO PROJETO	6
2.7. INDICAÇÃO DE COLABORAÇÕES OU PARCERIAS JÁ ESTABELECIDAS COM OUTROS	
CENTROS DE PESQUISA NA ÁREA	6
2.8. RECURSOS FINANCEIROS QUE PODERÃO SER APORTADOS.....	7
2.9. CRONOGRAMA FÍSICO.....	7
2.10. REFERÊNCIAS	8

1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO

1.1. Solicitante

Luciano Senff

1.2. Equipe

Nome	Instituição
Luciano Senff	UFSC
Gabriel Benedet Dutra	UFSC / Joinville
Dachamir Hotza	UFSC / Florianópolis
Sivaldo Leite Correia	UDESC / Joinville
Adilson Schackow	UDESC / Joinville
João António Labrincha	Universidade de Aveiro - UA / Portugal
Carla Florbela Ferreira Pinto da Silva	Universidade de Bath - UB / Inglaterra
Cristiano Diogo Pinho Figueiredo	Universidade de Bath - UB / Inglaterra

1.3. Síntese do Projeto

Início das Atividades

05/2014

Instituição

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Título do Projeto

O desenvolvimento de argamassas multifuncionais com a incorporação de nanomateriais.

Palavras-chave

Argamassas, TiO₂, Nanopartículas, Pasta de Cimento.

Área de Pesquisa

Engenharia Civil

Resumo

Este projeto tem por objetivo produzir formulações em pastas e argamassas de cimento com adição de nanopartículas de titânia. Estas argamassas funcionais são ambientalmente corretas, uma vez que os poluentes orgânicos e inorgânicos presentes no ar são absorvidos e degradados. Argamassas e pastas de cimento serão preparadas em laboratório com base nas formulações selecionadas através da mesa de consistência. O processo de hidratação será acompanhado por difração de raio X (DRX) e calor de hidratação, enquanto a microestrutura será avaliada através do microscópio eletrônico com a análise química (MEV/EDS). O comportamento mecânico e as propriedades físicas serão também analisadas. Além disso, o

efeito fotocatalítico das argamassas será testada através da descoloração do corante Laranja II ou perante atmosfera seca (NO_x e ar puro) e úmida, por passagem da corrente gasosa de NO_x por água deionizada será também avaliado. Para validação dos resultados obtidos, será utilizado o planejamento estatístico de experimentos (DOE - *design of experiments*) em todas as etapas de produção, a fim de otimizar os parâmetros relativo ao custo/benefício do produto final.

2. DESCRIÇÃO DO PROJETO

2.1. Justificativa e qualificação do principal problema

Ao longo dos últimos anos, a nanociência tem contribuído para o desenvolvimento e aprimoramento dos diversos materiais, como metais, polímeros, cerâmicas e compósitos. A perspectiva para os próximos anos é de grande investimento nesta área, abrindo caminho para novas oportunidades de negócios com o desenvolvimento de novos materiais e/ou aprimoramentos dos já existentes.

Em geral, as nanopartículas possuem elevadas áreas superficiais, o que favorece a presença de grandes quantidades de átomos disponíveis na superfície para reagirem. Os grãos de tamanhos nanométricos possuem até 50% dos átomos localizados na interface dos contornos de grãos [1]. Como consequência, o comportamento das nanopartículas será influenciado principalmente pelas reações químicas da interface, resultando na elevada capacidade de adsorção de espécies aquosas, tais como materiais iônicos ou de natureza orgânica [2]. De fato, a incorporação de nanopartículas em pastas e argamassas de cimento causam um grande impacto em termos de propriedades reológicas [3–7]*.

O uso da titânia (TiO_2) tem atraído cada vez mais interesse no meio científico e industrial, devido ao seu grande potencial de mercado, tais como em pigmentos de tintas, corantes alimentares, produtos eletrônicos, adesivos, fibras sintéticas, esmalte cerâmico, protetor solar e em cosméticos [8,9].

* [3] L. Senff et al. (2009). Top 25 hottest articles in Construction and Building Materials (entre Abril/2009 a Setembro/2010)

<http://top25.sciencedirect.com/subject/materials-science/15/journal/construction-and-building-materials/09500618/archive/22/>

* [7] L. Senff et al. (2010). Top 25 hottest articles in Construction and Building Materials (entre Abril/2010 a Junho/2010)

<http://top25.sciencedirect.com/subject/materials-science/15/journal/construction-and-building-materials/09500618/archive/27/>

Quando aplicado em revestimentos cerâmicos e materiais cimentícios, o efeito fotocatalítico permite a degradação dos poluentes orgânicos e inorgânicos presentes no ar [10,11,12]. Assim, este fenômeno com característica “autolimpante” pode ser utilizado em nosso benefício, uma vez que evita o acúmulo de impurezas e crescimento orgânico, preservando a aparência das superfícies de revestimento limpa por mais tempo e melhor aspecto nas edificações. Além disso, o uso da TiO_2 apresenta outras vantagens devido ao baixo custo, inércia química, insolubilidade em água e estabilidade numa ampla faixa de pH.

2.2. Objetivos e metas

Os objetivos específicos, citados a seguir, estão relacionados com as atividades a serem desenvolvidas ao longo dos 36 meses de realização do projeto:

- (a) Empregar partículas nanométricas de TiO_2 em pastas e argamassas, utilizando a mesa de consistência (flow table) ou reômetro para a definição das composições;
- (b) A aplicação de métodos estatísticos e matemáticos através do planejamento de experimentos para a formulação de misturas e validação dos resultados encontrados [13].
- (c) O estabelecimento de uma correlação entre as propriedades, identificando os efeitos de interação entre as variáveis estudadas.

2.3. Metodologia a ser empregada

- (a) caracterização das matérias-primas pelos métodos tradicionais amplamente utilizados na área de materiais;
- (b) avaliação do comportamento do material no estado fresco, estimando-se os valores dos parâmetros reológicos, nomeadamente viscosidade plástica e tensão de escoamento;
- (c) caracterização das principais propriedades (estado fresco e endurecido) relevantes a uma argamassa de revestimento;
- (c) avaliação das capacidades de descoloração de corantes (Orange II) ou contaminantes do ar (NO_x);

2.4. Disseminação de Resultados

Os resultados serão divulgados ao longo de todo o projeto, através de publicações em revistas científicas relevantes do SCI com arbitragem científica internacional.

2.5. Principais contribuições da proposta

Desenvolver uma argamassa de revestimento multifuncional capaz de interagir com o meio ambiente inserido, favorecendo o conforto humano e uma construção ambientalmente mais eficiente. Neste sentido, pretende-se obter um material capaz de reduzir a concentração de poluentes do ar interno de um ambiente.

2.6. Identificação dos participantes do projeto

Função	SIAPE	Nome	Instituição
Coordenador	2060986	Luciano Senff	UFSC
Pesquisador	2047563	Gabriel Benedet Dutra	UFSC / Joinville
Pesquisador	2219094	Dachamir Hotza	UFSC / Florianópolis
Pesquisador	-----	Sivaldo Leite Correia	UDESC / Joinville
Pesquisador	-----	Adilson Schackow	UDESC / Joinville
Pesquisador	-----	João António Labrincha	Universidade de Aveiro / Portugal
Pesquisador	-----	Carla Florbela Ferreira Pinto da Silva	Universidade de Bath / Inglaterra
Pesquisador	-----	Cristiano Diogo Pinho Figueiredo	Universidade de Bath / Inglaterra

2.7. Indicação de colaborações ou parcerias já estabelecidas com outros centros de pesquisa na área

2013 – atual Desenvolvimento de argamassas multifuncionais. Descrição: 401733/2012-2 - Desenvolvimento de Argamassas Multifuncionais. Linha 2.1 - Atração de Jovens Talentos - Pesquisador Colaborador no Brasil - BJT. Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis. Financiadores: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq.

2013 – atual Materiais para o desenvolvimento da construção sustentável. Descrição: Processo 400569/2013-2. Chamada N 71/2013 Bolsa Pesquisador Visitante Especial - PVE - MEC/MCTI/CAPES/CNPq/FAPs / Linha 2 - Bolsa Pesquisador Visitante Especial - PVE. Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis e Universidade Aveiro - Portugal. Financiadores: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq.

2011 – 2013 Desenvolvimento e caracterização de materiais de construção nanotecnológicos fotocatalíticos. Descrição: Processo 490573/2010-0, Edital MCT/CNPq nº 53/2010 - Projetos Conjuntos de Pesquisa Científica, Tecnológica e de Inovação / Portugal - CNPq/FCT.

2011 – 2012 Desenvolvimento de argamassas funcionais pela incorporação de nanopartículas. Descrição: Processo: 200699/2011-3. Programa: Pós-doutorado no Exterior - PDE, Comitê de Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais - MM.

2010 – 2012 Desenvolvimento de argamassas e cimentos com incorporação de nanopartículas de dióxido de titânio. Financiamento: Projeto Votorantim/FINEP.

2010 – 2011 Desenvolvimento de argamassas funcionais pela incorporação de nanopartículas de dióxido de titânio. Processo: 500575/2010-0. Edital Pós-doutorado Júnior - PDJ. Financiadores: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, Universidade de Aveiro-UA.

2.8. Recursos financeiros que poderão ser aportados.

2013 – atual Desenvolvimento de argamassas multifuncionais. Descrição: 401733/2012-2 - Desenvolvimento de Argamassas Multifuncionais. Linha 2.1 - Atração de Jovens Talentos - Pesquisador Colaborador no Brasil - BJT. Universidade Federal de Santa Catarina. Financiadores: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq.

2013 – atual Materiais para o desenvolvimento da construção sustentável. Descrição: Processo 400569/2013-2. Chamada N 71/2013 Bolsa Pesquisador Visitante Especial - PVE - MEC/MCTI/CAPES/CNPq/FAPs / Linha 2 - Bolsa Pesquisador Visitante Especial - PVE. Universidade Federal de Santa Catarina e Universidade Aveiro. Financiadores: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq.

2.9. Cronograma físico

O cronograma de execução do projeto da tabela abaixo está organizado em períodos de 1 semestre, totalizando 36 meses.

Tarefa	Instituição	1	2	3	4	5	6
1 - Caracterização das matérias-primas	UFSC						
2 - Otimização da trabalhabilidade	UFSC, UA						
3 - Avaliação das propriedades físicas, mecânicas e microestrutura	UFSC, UA UDESC						
4 - Avaliação da funcionalização	UFSC, UB						
5 - Disseminação de resultados	UFSC, UA, UDESC, UB						

2.10. Referências

- [1] W. Liu, Y. Tian-Zu, C. Guang, J-S. Luo, Y-J. Tang. Synthesis and properties of nanocrystalline nonferrous metals prepared by flow-levitation-molding method. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China* 17 (2007) 1347-51.
- [2] K. Fukushi, T. Sato. *Environmental Science and Technology* 39 (2005) 1250-6.
- [3] L. Senff, D. Hotza, S. Lucas, V.M. Ferreira, J.A. Labrincha. Effect of nano-SiO₂ and nano-TiO₂ addition on the rheological behavior and the hardened properties of cement mortars. *Materials Science and Engineering A* 532 (2012) 354–361.
- [4] L. Senff, J.A. Labrincha, V.M. Ferreira, D. Hotza, W.L. Repette. Effect of nano-silica on rheology and fresh properties of cement pastes and mortars. *Construction and Building Materials* 23 (2009) 2487–2491.
- [5] L. Senff, P.A. Barbetta, W.L. Repette, D. Hotza, H. Paiva, V.M. Ferreira, J.A. Labrincha. Mortar composition defined according to rheometer and flow table tests using factorial designed experiments. *Construction and Building Materials* 23 (2009) 3107–3111.
- [6] L. Senff, D. Hotza, W.L. Repette, V.M. Ferreira, J.A. Labrincha. Mortars with nano-SiO₂ and micro-SiO₂ investigated by experimental design. *Construction and Building Materials* 24 (2010) 1432–1437.
- [7] L. Senff, D. Hotza, W.L. Repette, V.M. Ferreira, J.A. Labrincha. Rheological characterization of cement pastes with nanosilica, silica fume and superplasticizer additions. *Advances in Applied Ceramics* 109 (2010) 213–218.
- [8] J.M. Stellman. *Encyclopaedia of Occupational Health and Safety: Chemical, industries and occupations*. 4 ed. International Labour Organization, 1998.
- [9] J. Chen, C-S. Poon. Photocatalytic construction and building materials: From fundamentals to applications. *Building and Environment* 44 (2009) 1899–1906.

- [10] E.B.M. Rego. Fotodegradação de soluções de laranja II e efluentes da indústria têxtil por camadas de TiO₂ e ZnO, serigrafadas em peças cerâmicas. Dissertação de mestrado, Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro, Universidade de Aveiro. 2008.
- [11] M. Wiesner, J-Y. Bottero. Environmental nanotechnology applications and impacts of nanomaterials. McGraw-Hill. New York, 2007.
- [12] P. São Marcos, J. Marto, T. Trindade, J.A. Labrincha. Screen-printing of TiO₂ photocatalytic layers on glazed ceramic tiles. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 197 (2008) 125–131.
- [13] A.D. Montgomery, G.C. Runger. Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros. 2^a. ed. Rio de Janeiro, 1999.