Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Programa de Pós-Graduação em Química

Proposta PPGQ

Edital no 41/2017 CAPES/PrInt

Porto Alegre, 22 de janeiro de 2018

Contextualização do PPGQ na proposta de internacionalização

O Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ) da UFRGS recebeu o conceito 7 (sete) na mais recente avaliação quadrienal da CAPES, posição esta que vem sendo mantida nas últimas três avaliações e que consolida a posição do PPGQ/UFRGS como um dos melhores Programas de Pós-Graduação em Química do País.

Esta posição de destaque obtida pelo PPGQ deve-se, principalmente, à excelência de seu corpo docente e discente, o que resulta em um impacto direto na qualidade de sua produção científica. A excelência acadêmica apresentada pelo PPGQ tem também levado à uma crescente internacionalização de suas atividades, resultando em um número expressivo de interações com instituições e grupos de pesquisa de diversos países ao redor do mundo, particularmente Estados Unidos, Alemanha, Inglaterra, França, Áustria, Israel, Itália, Holanda, Espanha, Dinamarca, República Tcheca, Ucrânia, China, Argentina, Uruguai e Chile. As ações de internacionalização ocorrem em diversos graus e modalidades, compreendendo o recebimento de pesquisadores estrangeiros para missões de trabalho, oferecimento de cursos e palestras, o envio de estudantes para estágios de doutorado-sanduíche no exterior, desenvolvimento de projetos de pesquisa internacionais com apoio formal de agências de fomento brasileiras e internacionais, bem como a assinatura de protocolos de cooperação e convênios de dupla diplomação de doutorado.

Essas diversas interações tem resultado em um intenso intercâmbio de pesquisadores brasileiros em universidades e centros de pesquisa no exterior, bem como na vinda de diversos pesquisadores renomados para participar de discussões científicas na UFRGS, os quais também ministraram cursos e palestras. A título de exemplo, considerando-se apenas os últimos 5 anos, docentes do PPGQ ministraram mais de **70 palestras** em congressos científicos internacionais e em Instituições no exterior, enquanto que mais de **50 palestras de pesquisadores estrangeiros** foram apresentadas à comunidade do IQ/UFRGS. Além das palestras de pesquisadores visitantes, o PPGQ também apoiou e participou ativamente da organização de eventos internacionais, que contaram com a participação de pesquisadores de diversos países como palestrantes (Quadro 1).

Quadro 1. Eventos Promovidos/Apoiados pelo PPGQ/UFRGS no período 2013-2017.

Evento	Ano	Países Envolvidos
Royal Society of Chemistry Roadshow	2013	Brasil, Inglaterra e Argentina
Workshop in Hybrid Functional Materials	2013	Brasil e Ucrânia
Multidisciplinary Chemistry without Borders	2014	Brasil, Estados Unidos, Inglaterra, Itália, Espanha, França, Israel e Uruguai
XIV Latinamerica Symposium of Polymer and XII Iberoamerica Congress of Polymer	2014	Brasil, América Latina, Espanha e Portugal
Workshop on Ionic Liquid and Catalysis	2015	Brasil, Inglaterra e Áustria
Workshop on Drug Discovery and Nanomedicine	2016	Brasil e Inglaterra
American Chemical Society, ACS on Campus	2017 e 2015	Brasil e Estados Unidos
Nanorestart–Nanotechnology for Art Restoration	2017	Brasil e Itália

Dentro desse contexto de internacionalização uma das ações mais importantes é o efetivo desenvolvimento de projetos em conjunto entre grupos de pesquisa brasileiros e do exterior. Nesse âmbito, cabe destacar que um grande número de estudantes do nosso programa tem realizado estágios de doutorado-sanduíche no exterior, de modo que o contato com pesquisadores de outros países seja de fato efetivado e leve ao avanço pesquisas bilaterais. Dessa forma, durante o período 2013-2017, **21 estudantes** de doutorado do PPGQ realizaram parte de seus trabalhos de tese em laboratórios de outros países. Essas interações tem resultado em um conjunto expressivo de resultados científicos importantes os quais vem sendo reportados regularmente na literatura científica e já resultaram em cerca de **300 publicações** científicas envolvendo colaborações entre docentes do PPGQ com grupos de pesquisa internacionais nos últimos 20 anos.

Cabe destacar ainda que além das colaborações pontuais envolvendo missões de curta duração e estágios de doutorado-sanduíche de estudantes do PPGQ em laboratórios ou centros de pesquisa do exterior, existem outras ações mais amplas de internacionalização que ocorrem através do financiamento formal de agências de fomento brasileiras e internacionais, conforme apresentado no Quadro 2 (dados do período 2013-2017).

Quadro 2. Resumo das interações internacionais do PPGQ/UFRGS no período de 2013-2017.

País	Natureza da Interação no Exterior
Estados Unidos	Doutorado-sanduíche CAPES-PVE Convênio de dupla diplomação
Alemanha	Doutorado-sanduíche e Doutorado sanduíche CAPES-Probral
Inglaterra	Doutorado-sanduíche FAPERGS-Internacionalização da PG no RS EU-Marie Curie
França	Doutorado-sanduíche CAPES-COFECUB CAPES-PVE
Áustria	Doutorado-sanduíche CAPES-PVE
Dinamarca	Doutorado-sanduíche
Canadá	Doutorado-sanduíche
Austrália	Doutorado-sanduíche
Suíça	Doutorado-sanduíche
Israel	CAPES-PVE
Itália	Doutorado-sanduíche CAPES-PVE EU-Horizon-2020
Holanda	CAPES-PVE
Espanha	Doutorado-sanduíche CAPES-PVE Convênio dupla diplomação
Portugal	Doutorado-Sanduíche
Dinamarca	Doutorado-sanduíche
República Tcheca	Doutorado-sanduíche CAPES-PVE Acordo de cooperação
Argentina	Doutorado-sanduíche CNPq-Conicet
Ucrânia	Acordo de cooperação
Uruguai	CAPES-UDELAR Estágio Pos-Doc

Roteiro de Questões para os programas de Pós-Graduação

A partir da consolidada internacionalização deste Programa de Pós-Graduação em Química (Conceito 7 CAPES), brevemente apresentada nesta proposta, e com base nos requisitos exigidos por esta Pró-Reitoria de Pós-Graduação (PROPG), apresentamos proposta de participação deste PPG no referido edital de internacionalização CAPES PrInt (Edital 41/2017) a ser submetido institucionalmente. Assim, levando em consideração as Linhas Agregadoras (LA) indicadas pela PROPG e com base na *expertise* do Corpo Docente do PPGQ, elencamos aquelas em que podemos contribuir fortemente, justificando a participação do PPGQ a partir das colaborações científicas internacionais consolidadas que desenvolvemos. Abaixo estão relacionadas as respostas às questões referentes as Linhas Agregadoras constantes no "Roteiro de questões para os Programas de Pós-Graduação" recebidas em Ofício Circular 017/2017 – PROPG.

1. Quais Linhas Agregadoras nas quais o Programa se enquadra?

Com base na *expertise* do corpo docente do PPGQ e de colaborações internacionais já estabelecidas, o PPGQ se enquadra nas seguintes Linhas Agregadoras (LA):

1. Desenvolvimento sustentável; diversidade; mudanças climáticas; sustentabilidade ambiental, social e econômica, incluindo aspectos éticos e legais.

Justificativa de escolha da LA: Nesta Linha Agregadora o PPGQ enquadra-se em sustentabilidade ambiental, social e econômica desenvolvendo pesquisa científica e colaboração internacional no âmbito de novas metodologias na avaliação do tratamento de efluente hospitalar mediante processos avançados de fotoquímica (Espanha). Destacamos ainda estudos na área de monitoramento de microcontaminantes orgânicos em diferentes amostras reais de relevância ambiental, projeto financiado pela CAPES (Processo nº: 88881.119908/2016-01). Cabe destacar que os pesquisadores estrangeiros envolvidos nesta colaboração (Prof. Dr. Félix Hernandez e Profa. María Ibáñez - Universidad Jaime I Espanha) pertencem do Instituto Universitário de Pesticidas e Águas (IUPA), que agrega o Laboratório de Análise de Resíduos de Pesticidas (LARP) que obteve em 2001 o Certificado de Conformidade com Boas Práticas de Laboratório para a análise de resíduos de produtos fitossanitários (Certificado 17BPL/22), tornando-se o primeiro laboratório espanhol a realizar esta certificação na área de pesticidas. Desde 2009, o IUPA é considerado um grupo de excelência na Comunidade Valenciana, sendo beneficiário de uma ajuda PROMETEO para o desenvolvimento de suas linhas de pesquisa no campo da segurança alimentar e do meio ambiente (PROMETEO/2009/054; PROMETEO/2014/023). Possui também suporte ISIC para redes de excelência, o que permitiu a consolidação e ampliação significativa das colaborações tanto a nível nacional como internacional. Ainda na linha de sustentabilidade ambiental, social e econômica, desenvolvemos pesquisa na área de Química Ambiental em colaboração com Portugal desde 2006

(Universidade de Aveiro) e Espanha desde 2014 (Universitat de Valencia) envolvendo pesquisa em análise de contaminantes em resíduos agroindustriais e águas de mananciais de abastecimento e água tratada, que envolveu missões científicas de docentes e discentes.

No contexto de desenvolvimento sustentável, o PPGQ desenvolve novas estratégias usando biopolímeros funcionalizados com líquidos iônicos e grafeno para a preparação de bionanocompósitos de alto desempenho, significando uma importante contribuição para o desenvolvimento científico e tecnológico de materiais biocompatíveis e renováveis inovadores. O uso de catalisadores biocompatíveis proporciona possibilidades para a preparação de novos nanohíbridos. Nesta pesquisa estão envolvidos pesquisadores da França (Université Toulouse III Paul Sabatier) via PVE-CAPES e CAPES-DGU, além da Université de Strasbourg e University of Tel-Aviv, ambos via PVE-CNPq. Cita-se também a pesquisa de novos catalisadores desenvolvida por Docentes do PPGQ em colaboração com a Universidade de Lille via Projeto CAPES-COFECUB. Ainda neste contexto, desenvolvemos pesquisa em sistemas fotocatalíticos, produção e avaliação de fotocatalisadores a base de óxidos de metais de transição para trabalhar com produção de energia limpa, aprovado no Instituto Hansen para Estudos Avançados para colaboração internacional com Hanse-Wssenschaftskolleg em Delmenhorst, Alemanha. Ainda, o PPGQ desenvolve pesquisa colaborativa nesta Linha Agregadora com pesquisa versando no desenvolvimento de novas abordagens para pirólise catalítica de bancada e de maior porte, bem como de métodos analíticos para estudo de bio-óleo oriundo de fontes renováveis sustentáveis e fase aquosa provenientes de pirólise, em colaboração com a Agência Ambiental Americana, EUA e com a Technical Research Centre of Finland (VTT), Finlândia. Neste contexto, a pirólise de resíduos para produção de combustíveis ou de produtos químicos de maior valor agregado corrobora com o desenvolvimento sustentável e com a sustentabilidade ambiental, já que são empregados resíduos da indústria, agricultura e atividades florestais para produção de produtos químicos de maior valor agregado ou de novos combustíveis a partir do aprimoramento do bio-óleo de pirólise. Ao mesmo tempo em que se destinam resíduos para um melhor aproveitamento, os quais seriam fonte de poluição visual e química no ambiente, caso fossem dispostos em aterros ou lixões, os mesmos, ao serem transformados, geram trabalho e riqueza, pois abrem a possibilidade para que a pirólise seja feita em escala industrial e que sejam produzidos novos combustíveis a partir de material orgânico residual ou outros produtos de valor agregado ainda maior. A existência ou não de compostos tóxicos nos produtos de pirólise também é investigada para verificação da adequação dos mesmos em termos ambientais e de saúde humana. Nesta temática a inovação e vantagem consistem no emprego de novas tecnologias da área de Engenharia Química associadas a novos catalisadores e novos materiais que já estamos empregando no PPGQ para produção de bicombustíveis e produtos químicos de alto valor agregado por pirólise.

Nesta mesma temática de desenvolvimento sustentável apresentamos pesquisa no desenvolvimento de novos materiais poliméricos através Programa de duplo diploma com a *Case Western*

Reserve University – CWRU via Convênio Bilateral CAPES/CWRU, iniciado em 2016 e com vigência de 4 (quatro) anos (Anexo).

Projetos em colaboração desde 2008 com a Queen's University e a University of Victoria (Canadá) para o desenvolvimento de novas classes de biossensores também se aplicam a esta Linha Agregadora tendo em vista a grande quantidade de pesticidas consumidos no Brasil, a grande quantidade de novos pesticidas desenvolvidos a cada ano, o benefício de uma detecção rápida, o efeito destes agentes tóxicos no meio ambiente e na saúde pública e a limitada disponibilidade de dinheiro do sistema de controle ambiental. De fato, há um consenso na comunidade científica sobre a importância da avaliação do uso de pesticidas e seus riscos através de instrumentos simples e eficazes. Para contribuir para esta área de pesquisa, vamos atuar no desenvolvimento de biossensores miniaturizados de alto desempenho utilizando metais e semicondutores orgânicos nanoestruturados. Como a legislação nacional e internacional vem se tornando cada vez mais restritiva em relação às quantidades máximas permitidas de pesticidas, um dos desafios para a detecção e quantificação é a necessidade de métodos de análise simples, eficientes, rápidos, sensíveis, confiáveis, com custo acessível e de fácil utilização também chancelam a participação do PPGQ nesta Linha Agregadora. Cabe ressaltar fortemente que este projeto realizado em colaboração internacional do PPGQ com o Canadá também se enquadra claramente na Linha Agregadora 7.

2. Integração entre ciência básica, tecnologia da informação, engenharia, artes e matemática [STEAM].

Justificativa de escolha da LA: Nesta Linha Agregadora o PPGQ enquadra-se em integração entre ciência básica. Neste quesito o PPGQ desenvolve pesquisa relacionada ao desenvolvimento de materiais poliméricos usando nanopartículas, e nanopartículas modificadas quimicamente, para aplicação como plásticos de engenharia como área automotiva, construção civil, aeroespacial, etc. através Programa de duplo diploma com a *Case Western Reserve University* – CWRU via Convênio Bilateral CAPES/CWRU, anteriormente citado. O PPGQ apresenta também pesquisa básica na área de cristais líquidos para aplicação em óptica, fotônica e novos materiais moles em colaboração com a Universidade de Hull, UK e a Universidade do Colorado, Boulder, USA, pesquisa essa com grande demanda tecnológica e potencial aplicação em dispositivos opto-eletrônicos e diodos orgânicos.

Ainda nesta LA, o PPGQ desenvolve pesquisa colaborativa com a *University of Nebraska*, EUA, para o desenvolvimento de novos *softwares* de tratamento de dados bidimensionais de GCxGC /MS para aplicação em demandas da indústria de alimentos e bebidas no que tange a obtenção de *fingerprint* e biomarcadores de produtos e processos aliando ciência básica e aplicação. Neste contexto, o fato de estarem sendo desenvolvidos novos *softwares* nesta colaboração internacional, os quais são e serão aplicados em casos concretos de pesquisa em mestrados, doutorados e pós-doutorados é devido a grande necessidade de *expertise* no tratamento de dados bidimensionais provenientes de várias técnicas deste tipo. O número de dados gerados é imenso e é impossível tratar manualmente. Neste quesito, a referida

colaboração permitirá o desenvolvimento de novos *softwares* desenvolvidos na universidade, bem como a possibilidade de aplicação destas ferramentas nas pesquisas que desenvolvemos na UFRGS. É desenvolvido ainda, em conjunto com a *University of Waterloo* no Canadá, pesquisa versando sobre o desenvolvimento de novas tecnologias na área de instrumentação para GCxGC, especialmente moduladores mais baratos, trazendo muitos benefícios para o desenvolvimento da GCxGC no PPGQ, já que iria trazer inovação ao funcionamento destes instrumentos e iria baratear em muito o custo operacional, que no momento, é proibitivo e impede que utilizemos tecnologia de ponta para separação de compostos voláteis. O fato de empregarmos um novo *design* de modulador para pesquisas científicas e tecnologias integra a ciência básica de desenvolvimento instrumental à engenharia necessária para que se tenha o novo modulador, bem como aos resultados que serão obtidos através do emprego do novo modulador de GCxGC para novas investigações, permitindo a sua aplicação no desenvolvimento de métodos de análise de voláteis e semi-voláteis de matrizes complexas anteriormente citadas.

No que tange a integração entre ciência básica, apresentada dentro desta LA e da *expertise* e colaborações internacionais, o PPGQ também apresenta cooperação científica com o *Institute of Macromolecular Chemistry* de Praga para o desenvolvimento de tecnologia de realização de experimentos de espalhamento de raios-X em grandes equipamentos utilizando aplicação de campo elétrico e para o desenvolvimento de sistemas coloidais auto-organizáveis. O caráter inovador das pesquisas refere-se ao desenvolvimento de equipamento específico para a realização de experimentos de SAXS em grandes equipamentos, o qual foi implementado no *European Synchrotron Radiation Facility*, Grenoble, França, durante experimento conjunto realizado pelas equipes Tcheca e Brasileira.

Além disso, na integração entre ciência básica voltada para a saúde, o PPGQ desenvolve pesquisa em cooperação com o CNR da Itália (Prof. Dr. Luigi Ambrosio) que aborda múltiplas estratégias para avançar o estado de arte nas áreas de engenharia de tecidos e médica, bem como materiais com propriedades de auto-cura, liberação controlada, engenharia de tecidos e materiais biocompatíveis. Cabe ressaltar que esta pesquisa pode ser também relacionada com a LA 2, envolvendo a integração entre ciência básica (química) e engenharia de tecidos. Destacamos que em cada uma destas áreas desenvolvem-se estratégias inovadoras para a obtenção de processos e materiais, a saber: (i) os resultados obtidos na área de engenharia de tecidos são altamente promissores, incluindo a preparação de *3D-scaffolds* e géis de hidroxiapatita injetável para a reconstrução óssea, (ii) na área médica foram desenvolvidos biomateriais de ácido polilático com sais imidazólicos, os quais mostraram excelentes propriedades antifúngicas e antibiofilme e (iii) bionanocompósitos de álcool polivinílico altamente amorfo com sílica ou grafeno foram preparados através de diferentes técnicas e mostraram propriedades promissores para a sua aplicação na área médica.

Dentro desta LA citamos a cooperação científica com a *The State University of New Jersey*, New Brunswick, RUTGERS, Estados Unidos para o desenvolvimento de novos biomateriais, que englobam

técnicas de produção de nanofibras e impressão 3D de biomateriais, trazendo desenvolvimento e inovação para esta área e permitindo perspectivas promissoras para esta nova tecnologia no país. Ainda, existe a cooperação científica com Dr. Thomas Hellweg da Universidade de Bielefeld, Alemanha para a realização de projeto de pesquisa para o desenvolvimento de microgéis termosensíveis a partir de polímeros naturais (inovador) com potencial aplicação na área da saúde. A interpretação dos dados exige o desenvolvimento de modelos matemáticas para verificação do comportamento supramolecular dos sistemas desenvolvidos, trazendo inovação para a referida área de pesquisa.

Projetos em colaboração desde 2008 com a Queen's University e a University of Victoria (Canadá) para o desenvolvimento de pesquisa relacionada com a obtenção de novas classes de biossensores, conforme já citados na Linha Agregadora 1 se aplicam também a esta LA. Ressaltamos também dentro desta colaboração, a sua aplicação na detecção precoce de doenças, como o câncer. O desenvolvimento de um biossensor que possibilitasse esta detecção significa um avanço muito importante na luta contra esta doença, pois possibilitaria a aplicação de tratamento no seu estágio inicial de desenvolvimento, aumentando assim a taxa de sobrevivência dos pacientes. Dados mostram que 95% de pacientes com câncer de ovário, que tiveram a doença detectada precocemente, sobreviveram. Para contribuir para esta área de pesquisa, propomos neste projeto o desenvolvimento de uma nova classe de biossensores, que utiliza como meio de transdução o efeito de ressonância de plasmons de superfície (SPR) excitado em superfícies metálicas nanoestruturadas. Tendo estas superfícies dimensões menores que o comprimento de onda da radiação incidente é possível o surgimento de campos elétricos locais gigantes na superfície do metal, resultando na intensificação do sinal espectroscópico, permitindo a detecção de moléculas biológicas, como os marcadores de câncer.

O PPGQ também apresenta pesquisa via colaboração internacional na área de Química Medicinal com a Universidad Nacional del Sur (UNS), Argentina no âmbito do Programa de Mobilidadade de Estudantes de Pós-Graduação (PMEP) para o desenvolvimento de moléculas bioativas para o tratamento da Doença de Alzheimer, comprovados com a publicação de artigos científicos e patentes depositadas.

3. Impacto, desenvolvimento e inserção das novas tecnologias, inteligência artificial e robótica, tecnologias da informação e robótica no futuro do trabalho.

Justificativa de escolha da LA: Nesta Linha Agregadora o PPGQ enquadra-se na inserção de novas tecnologias, desenvolvendo pesquisa via colaboração internacional estabelecida desde o ano 2013. Esta colaboração, que chancela a participação do PPGQ nesta LA tem por objetivo o estudo dos mecanismos de fotofragmentação de novas resinas poliméricas utilizando radiação Ultravioleta Extremo (EUV, ~13,5 nm). Estas por sua vez, em conjunto com a radiação EUV, serão utilizadas pela indústria de semicondutores para produzir a nova geração de circuitos integrados com resoluções abaixo de 10 nm (EUV litografia). Este projeto tem a colaboração do IITM (*Indian Institute of Technology Mandi*; síntese das

resinas poliméricas) e o *Center for Optoelectronics and Optical Communications* (UNCC), UNC Charlotte, USA (Litografia EUVL). Os estudos fotoquímicos são desenvolvidos no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, LNLS, Campinas, SP através dos Projetos: SGM-15128 (2013), SGM-16222 (2014), SGM – 18822 (2015) e 20160054 (2016).

Ainda nesta LA, citamos pesquisa colaborativa do PPGQ com *The State University of New Jersey*, New Brunswick, RUTGERS, Estados Unidos para o desenvolvimento de novos biomateriais. Nesta área de biomateriais, desenvolvimento de novas tecnologias englobando técnicas de produção de nanofibras e impressão 3D de biomateriais, trará desenvolvimento desta área tecnológica e perspectivas promissoras para esta nova tecnologia no país. Conforme citado no item anterior, o desenvolvimento de novas tecnologias aplicadas a caracterização e ao estudo de novos materiais, atualmente realizada em cooperação com do Institute of Macromolecular Chemistry de Praga se aplica nesta Linha Agregadora.

5. Energia do futuro, novos combustíveis, inclusive recicláveis.

Justificativa de escolha da LA: Nesta Linha Agregadora o PPGQ enquadra-se desenvolvendo pesquisa na área de fotossíntese artificial, valorização do CO_2 e termobaterias, em colaboração internacional com Centro de Química Verde e Sustentável da Universidade de Nottingham (UK) e as Universidades de Valencia, Catellon e Murcia (Espanha), além de patentes depositadas e projetos de colaboração com Petrobras e Braskem. Salientamos que neste âmbito existem Projeto CNPq e projeto CAPES (recém aprovado). No contexto da captura de CO_2 com área do pré-sal da Petrobras encontra-se em fase de negociação. Ainda, destaca-se a pesquisa envolvendo a colaboração internacional com o Departamento de Físico-Química, Facultad de Química, Universidade Nacional de Córdoba (UNC), Córdoba, Argentina e principalmente com o Prof. Rodrigo Iglesias iniciou se oficialmente no ano 2012 após ser aprovado o projeto CNPq/CONICET No 490466/2011-7 intitulado "Células solares e fotogeração de hidrogênio por dissociação da água baseados em semicondutores nanotubulares impregnados com sensibilizadores inorgânicos (*quantum dots*)". Durante a execução deste projeto professores e alunos da UNC e UFRGS realizaram varias missões de trabalho e períodos sanduíches curtos respectivamente. Após o citado projeto a colaboração continuou informalmente focado na formação de recursos humanos de alto nível aproveitando as complementaridades nos saberes e *expertises* dos laboratórios envolvidos na UNC e UFRGS. Dentro desta *expertise* que se enquadra na referida LA, está prevista missão científica para a Alemanha (março 2018) para fortalecer os contatos prévios realizados e iniciar um projeto de colaboração utilizando também as instalações do Síncrotron BESSY II em Berlin, focado na área de novas energias renováveis e limpas.

O PPGQ desenvolve também neste âmbito e desde 2008, colaborações científicas com a Alemanha e Portugal no desenvolvimento de processos biotecnológicos para a produção de biodiesel, assim como, na preparação de materiais a partir do glicerol, co-produto do Biodiesel. Estas colaborações

foram financiadas através dos programas EULANEST/CNPq (2010-2012), CAPES/PROBRAL (2008-2012) CAPES/NOPA (2012-2014). Recentemente (2018-2020) um novo projeto CAPES/PROBRAL foi aprovado no tema de produção de biodiesel, derivados de glicerol e biolubrificantes com participação de docentes do PPGQ e sob coordenação da Profa. Nágila Ricardo (UFC), com a participação da Universität Tübingen e Technische Hochschule Bingen.

Conforme já apresentado nesta proposta (LA 1), o desenvolvimento de novas abordagens para pirólise catalítica de bancada e de maior porte, bem como de métodos analíticos para estudo de bio-óleo, em colaboração com grupos de pesquisa dos Estado e Finlândia também se aplicam na presente LA. Neste caso, a pirólise de resíduos é utilizada para a produção de biocombustíveis, gerando trabalho e riqueza, pois abrem a possibilidade para que a pirólise seja feita em escala industrial e que sejam produzidos novos combustíveis a partir de material orgânico residual.

No contexto de Energia do futuro, o PPGQ tem pesquisa colaborativa com o Dr. Fernando Rey (Instituto de Tecnologia Química de Valência/Universidade Politécnica de Valência – Espanha) visando desenvolver polímeros condutores. A Inovação neste Projeto é a preparação de nanofibras de poliméricas condutoras empregando complexos metálicos suportados em materiais mesoporosos modificados. O ITQ é um centro de excelência em preparação de materiais inorgânicos (zeólitas e materiais mesoporosos) e a colaboração com este centro de pesquisa é importante no desenvolvimento de novas áreas de pesquisa dentro desta LA.

Nesta Linha Agregadora, em colaboração com a Universidade Pedagógica de Moçambique, desenvolvemos também projeto em colaboração que envolve o reaproveitamento de resíduos naturais usando conceitos de nanotecnologia para criação de sistemas com propriedades em armazenamento de energia (baterias e capacitores). Atualmente este projeto conta com alunos de Pós-Graduação do Programa de Pós-graduação em Energia e Meio Ambiente da Faculdade de Ciências Naturais e Matemática, Moçambique em co-orientação. Na mesma linha, mas em colaboração com a Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP)/Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) (Argentina) desenvolvemos o projeto que consiste na preparação e desenho de redes poliméricas entrecruzadas junto a nanopartículas de diversa natureza para sua aplicação em supercapacitores.

O PPGQ também desenvolve pesquisa colaborativa envolvendo novas fontes de energia (células solares) a partir de projetos bem definidos e consolidados envolvendo a aplicação de materiais plasmônicos para aumentar a eficiência de processos de geração de energia através de célula solar (Chamada de Projetos MCTI/CNPq-ISTPCanada nº 19/2012), projeto este realizado em colaboração com a University of Victoria (Canadá) e o Royal Milittary College (Canadá). Este, por sua vez foi finalizado em 2016, contudo as colaborações continuam, inclusive com missões científicas envolvendo alunos de Pós-Graduação. Nesta mesma temática o PPGQ apresenta pesquisa colaborativa envolvendo a conversão de

energia através células solares de terceira geração: controle cinético e termodinâmico durante a síntese de semicondutores com posterior caracterização e aplicação (Chamada Universal MCTI/CNPq Nº 01/2016), também em colaboração com a University of Victoria. O desenvolvimento destes projetos tem resultado em vários artigos publicados em revistas de relevância científica, tornando a UFRGS uma das Universidades referências no Brasil para esta linha de pesquisa. Estes projetos visam o desenvolvimento de sistemas de conversão de energia que são renováveis e limpos, que possam contribuir para uma nova matriz energética mundial.

7. Cadeia da alimentação e agricultura, segurança alimentar.

Justificativa de escolha da LA: Nesta Linha Agregadora o PPGQ enquadra-se primeiramente em segurança alimentar desenvolvendo diversos projetos, tais como os editais CNPq aprovados nessa temática: (i) Projeto Universal (448397/2014-5) sobre embalagens ativas e inteligentes: o uso de tecnologia sol-gel no encapsulamento de aditivos e (ii) Projeto CT-AGRO (403432/2013-9) versando sobre embalagens ativas e inteligentes destinadas à manutenção da qualidade pós-produção de leite pasteurizado. Neste contexto já foi realizado o desenvolvimento de dispositivos para controle antimicrobiano empregando compostos comercialmente disponíveis para incorporação em polímeros para aplicação de embalagens ativas (que atuam, por exemplo, no retardamento da decomposição bacteriana do alimento) ou de embalagens inteligentes (que indicam, normalmente por mudança de cor), a decomposição ou alteração do alimento (segurança alimentar). Esta temática específica dentro desta LA conta com a colaboração internacional do Prof. Lei Ye da *Lund University* (Suécia) para o estudo de processos de desenvolvimento de polímeros com impressão molecular para aplicação em sensores a serem incluídos em embalagens e do Prof. Toshiharu Teranishi da *Kyoto University* (Japão) para a síntese de materiais inorgânicos avançados para potencial aplicação nos dispositivos a serem inseridos nas embalagens. Citamos ainda o depósito de duas patentes versando sobre o tema: (i) *Hybrid chemical sensor, and, sensitive polymeric composition* (*Application number* 13001851) e (ii) *Active and intelligent additive polymer and article* (*Application number* 15625615).

No contexto de segurança alimentar, os indicadores a serem contabilizados que comprovam a inserção do PPGQ nesta LA envolvem tanto publicações científicas em colaboração como estágios de doutorado no exterior (PDEE/CAPES) na Academia de Ciências da República Tcheca (*Department of Trace Elements Analysis*), Missões Científicas de Curta Duração no Exterior na Academia de Ciências da República Tcheca (*Department of Trace Elements Analysis*) via Edital UFRGS 002/2013 e visitas científicas de pesquisadores estrangeiros via Edital PVE/CAPES 2014. Neste contexto, o caráter inovador está relacionado ao desenvolvimento de métodos e/ou dispositivos de baixo custo para quantificação de arsênio em alimentos (principalmente na forma inorgânica no estado de oxidação trivalente – altamente tóxico e cancerígeno). FDA e órgãos de fiscalização internacionais estão regulamentando o nível máximo para o

arsênio em alimentos infantis, arroz e suco de maça. O indicativo da espécie química e sua concentração são importantes para avaliar os níveis de exposição e entender o metabolismo do arsênio em organismos humanos.

Em colaboração com a Universität Greifswald, Institut für Biochemie (Alemanha) e com o *Institute for Bioengineering and Biosciences* - ISL (Portugal) desenvolvemos pesquisa colaborativa nas áreas de química analítica e eletroquímica e biocatálise e biossensores, respectivamente, para o desenvolvimento de sensores e biossensores eletroquímicos que possam ser utilizados no monitoramento da qualidade de alimentos entre estes um biossensor de Bisfenol A e um genossensor para detecção de E. Coli.

8. Formação de recursos humanos de alto nível, tendo em vista a necessária diversidade e a habilitação para transformações incrementais e culturais que sejam capazes de levar o Brasil a um novo paradigma de desenvolvimento sócio-econômico, vinculado à agregação de conhecimento em todos os setores da sociedade.

Justificativa de escolha da LA: Nesta Linha Agregadora a proposta do PPGQ enquadra-se unicamente, a partir de suas colaborações internacionais, na formação de recursos humanos de alto nível para as transformações incrementais nas áreas pertinentes à química, novos materiais, novas tecnologias, química verde, novos combustíveis e novas energias, segurança alimentar e materiais inteligentes, entre outras. Áreas estas que impactam diretamente na qualidade de vida da população através das melhorias atingidas provenientes das pesquisas desenvolvidas, levando o Brasil a um novo paradigma de desenvolvimento sócio-econômico, sejam pela otimização de processo, produtos, pelo melhor controle alimentar, pela disponibilidade de novas tecnologias referentes a energias renováveis, controle de defensivos agrícolas, indústrias menos poluentes, etc.

2. O que já foi feito e está sendo feito no/pelo Programa no âmbito destas Linhas Agregadoras?

A partir das justificativas apresentadas para inserção do PPGQ nas Linhas Agregadoras 1, 2, 3, 5, 7 e 8 propostas pela PROPG, as mais diversas atividades foram e vêm sendo realizadas para a consolidação e expansão das cooperações internacionais apresentadas. De uma forma geral podemos citar para o último quadriênio:

i. Workshops ou Eventos internacionais promovidos e/ou apoiados pelo PPGQ, a saber: RSC Roadshow – Green Chemistry (2013), Workshop on Ionic Liquid and Catalysis (2015), Multidisciplinary Chemistry without Borders (2014), ACS on Campus (2017, 2015) e Nanorestart (2017);
ii. Projetos de internacionalização apoiados por agências de fomento, a saber: CAPES-PVE, University of Vienna (Áustria), CAPES-PVE, University of Notre-Dame (EUA), CAPES-PVE,

Université Toulouse III Paul Sabatier (França), CAPES-PVE, CNR (Itália), CNPq-PVE, University of Tel-Aviv (Israel), CNPq-PVE, University of Strasbourg (França), CNPq-PVE, Vrije Universiteit Amsterdam (Holanda), FAPERGS, University of Southampton (Inglaterra), CNPq-Conicet, Universidade de Córdoba (Argentina), CNPq, Universidade de La Republica (Uruguai), EU-Horizon-2020, University of Florence (Itália) e EU-Marie Curie, University of Nottingham (Inglaterra);

iii. Participação de alunos de Doutorado no Programa PDSE, realizando cooperação internacional com as seguintes universidades e centros de pesquisa de ponta no cenário internacional: Geus (Dinamarca), Knoxville (Estados Unidos), Universitá Degli (Itália), University Of Ottawa (Canadá), Institute of Plant Biochemistry (Alemanha), Monash University (Austrália), Queen Mary University (Inglaterra), Consiglio Nazionale delle Ricerche (Itália), Universidade de Manchester (Inglaterra), Univeritá Della Svizzera Italiana (Suiça), Max-Planck Institute (Alemanha), University of Viena (Austria), Universidade de Perugia (Itália), Universidade de Bielefeld (Alemanha), Center for Catalysis da Aarhus University (Dinamarca), University of Colorado Boulder (EUA), Aix-Marseille Université (França), University of Victoria (Canadá);

iv. Incentivo do PPGQ para a vinda de pesquisadores estrangeiros para o nosso Programa, a fim de estreitar laços e fortalecer colaborações. Podemos utilizar como indicador deste item o número de seminários realizados no último quadriênio por pesquisadores estrangeiros, a saber: Françoise Dumas (Université Paris Sud), Alejo Carreras (Universidad Nacional de Córdoba), Vladimir Dalyulin (Lomonosov Moscow State University), Rosuca Mincheva (Université de Mons), Jean-François Carpentier (Université de Rennes), Samuel Dagorne (Université de Strasbourg), Wen-Hua Sun (Chinese Academy of Sciences), Moshe Kol (Tel-Aviv University), Jose Antonio Lopez-Sanchez (University of Liverpool), Moshe Kol (Tel-Aviv University), Dominique Matt (USIAS - University of Strasbourg), Ludger A. Wessjohann (Bioorganic Chemistry: Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie - IPB Halle), Giacomo Prampolini (Institute of Chemistry of Organometallic Compounds (ICCOM) of the Italian National Research Council), David Mecerreyes (Institute for Polymer Materials of the University of the Basque Country), Luigi Ambrosio (Escola Normal Superior de Pisa), Gloria Lourdes Serra Lemes (Universidad de la República - UdelaR), Piet W. N. M. Van Leevwer (Université de Toulouse III), Jiri Dedina (Institute of Chemical Process Fundamentals, CSAV, Prague), Serge Cosnier (Université Grenoble Alpes), Roberto Marquardt (Laboratoire de Chimie Quantique, Institut de Chimie CNRS/Université de Strasbourg 4), Jason M Lynam (The University of York, UK), Andrei Khodakov (Université Lille 1), Shahriar Mobashey (University of Notre Dame), Carl Schiesser (University of Melbourne), Michael Schneider (Imperial College London), Takato Hirayama (Rikkyo University), Judit E. Puskas (The University of Akron), Tommy Nylander (Lund University, Suécia), Sébastien Tilloy (Université d'Artois), Ajay Kumar Mishra (University of South

Africa, College of Science), Nuno Mavlide (Universität Wien), Romano V. A. Orru (Vrije Universiteit Amsterdam), Vitaly V. Chaban (Syddansk Universitet), Martin H. G. Martin H. G. Prechtl (Bergische University Wuppertal (Germany), Norbert Hertkorn (Helmholtz Zentrum München), Luis P. Fonseca (University of Lisbon), Régis Gauvin (Université des Sciences et Technologies de Lille), Irish N. Namboothiri (IIT Bombay), Philip H. Marriott (Monash University (Austrália), Hans Dieter Jonker (Technische Universität Dortmund), Nobert Schaschke (Hochschule Aalen), Akwasi Boateng (University of KwaZulu-Natal), Robert Bruli ()Jennifer Dodson (Royal Society of Chemistry);

v. Incentivo do PPGQ ao seu corpo docente em projetos de internacionalização, permitindo a presença de professores estrangeiros de diversas nacionalidades e especialidades, ministrando disciplinas de curta duração, cursos ou palestras em nosso Programa;

vi. Elaboração de Editais de Seleção e aplicação dos exames de seleção que permitam que alunos estrangeiros venham fazer a sua pós Graduação, em nosso programa. Desta forma temos vários alunos matriculados em nosso curso de doutorado;

vii. Aprovação de um doutorado de dupla diplomação entre o nosso programa, PPG em Química da UFRGS com Case Western Reserve University (Department of Macromolecular Science and Engineering, CWRU, EUA), através do "Projeto de Duplo Diploma de Pós Graduação UFRGS-CWRU", atendendo ao Edital Programa Case Western Reserve University (CWRU), Edital PGCI Nº 2/2015. Neste projeto os estudantes a ele vinculados terão a sua dupla diplomação entre as referidas instituições, sendo que todas as disciplinas elencadas serão oferecidas em Inglês, por professores de ambas as instituições. Os alunos ficarão obrigatoriamente 2 anos em nosso programa e mais 2 anos nos EUA, onde deverão desenvolver o seu projeto. Desta forma teremos doutores formados, altamente qualificados e capacitados. Além disso, os professores de nosso corpo docente que irão orientar alunos e ministrar disciplinas serão credenciados como docentes em CASE, e os professores de CASE, serão credenciados em nosso programa;

viii. Missões científicas de alunos do PPGQ via cooperação internacional com: Universidade de Aveiro (Portugal), Universidade de Talca (Chile), Max-Planck Institute (Alemanha), Queen's University Kingston (Canadá), Universidade de Nottingham (Inglaterra) e Universidade Nova de Lisboa (Portugal);

ix. Fomento interno do PPGQ para apresentações orais em eventos científicos de caráter internacional e/ou seminários ministrados em instituições no exterior, a saber (dados do último quadriênio): Universidad de Chile (Chile), Universidad Nacional Autónoma de Mexico (México), XV Simposio Latinoamericano de Polímeros (México), 9th Ibero-American Workshop on Complex Fluids and 2nd Italian-Brazilian Workshop on Liquid Crystals.(Brasil), 10th Ibero-American Workshop on Complex Fluids and their Applications (Brasil), American Chemical Society National Meeting: New Orleans (Estados Unidos), V-International Congress on ILs (Portugal), 40th

International Conference on Coordination Chemistry (Espanha), XXV International Conference on Organometallic Chemistry (Portugal), 6th International Conference on Green and Sustainable Chemistry (Inglaterra), 5th Brazil-Spain Workshop on Organic Chemistry (Espanha), Gordon Research Conferences - Ionic Liquids (Estados Unidos), 2nd Iberoamerican Meeting on Ionic Liquids (Espanha), 2nd EuCheMS Congress on Green and Sustainable Chemistry (Portugal), 3rd Transatlantic Frontiers of Chemistry Symposium (Alemanha), Department of Chemistry, Queen Mary University of London, (Inglaterra), Department of Chemistry, University of Southampton (Inglaterra), 5th Brazil-Spain Workshop on Organic Chemistry (Brasil), University of Saarland (Alemanha), 9º International Congress of Pharmaceutical Sciences (Brasil), Jornada Nanomedicinas (Argentina), International Symposium on Drug Delivery Systems (Brasil), MLU Nano-Brazil Workshop (Alemanha), Mar del Plata (Argentina), Workshop on Drug Discovery and Nanomedicine (Brasil), 2nd International Congress on Advanced Materials (AM2013)(China), IWCOP International Workshop on Catalytic Olefin Polymerization and High Performance Polyolefins (China), SAP 2015 - Simposio Argentino de Polímeros (Argentina), GRAPCHINA 2015, 2015 International Graphene Innovation Conference (China), International Conference on Science: Emerging Scenario and Future Challenges (SESFC 2016) (Índia), 2nd Global Nanotechnology Congress & Expo (Estados Unidos), Reunião CYTED, Cartagena (Colômbia), Sun Yat-Sem University- Guangzhou (China), Chemistry Institute of the Chinese Academy of Sciences (CAS) - Beijing (China), East China University of Science and Technology (ECUST) - Shanghai (China), University of Mons (Bélgica), Universidade de Napoli (Itália), 4ta Reunião CYTED, Quito (Equador), ICCM20 - 20th International Conference on Composite Materials, Copenhagen (Dinamarca), Instituto de Química/Universidad Nacional Autónoma de México (México), XV SLAP 2016 (México), 5th Latin American Symposium on Coordination and Organometallic Chemistry (Brasil), XXV Congreso Iberoamericano de Catálisis (Uruguai), 1st International Caparica Conference on Chromogenic and Emissive Materials (Portugal), XII Encontro Latino Americano de Fotoquímica e Fotobiologia - XII ELAFOT (Brasil), University Joseph Fourier - Grenoble (França), Max Planck Institut für Polymerforschung (Alemanha), XXIV Congresso Iberoamericano de Catálise (Colômbia), 24th North American Catalysis Society Meeting (Estados Unidos), 18th International Zeolite Congress (Brasil), XXV Congreso Iberoamericano de Catalisis (Uruguai), Joint Meeting EMLG/JMLG 2016 (Grécia), IV Congreso Paraguayo de Estudiantes de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción (Paraguai), II Simposio de Quimica Inorganica, Analitica y Fisicoquimica (QIAF 2014) (Paraguai), I Jornada de Actualización em Química y Farmacia, Instituto La Paz, Cidade del Este (Paraguai), III Simposio de Quimica Inorganica, Analitica y Fisicoquimica (QIAF 2016) (Paraguai), Brazil Roadshow 2013 - Royal Socitey of Chemistry (Brasil), XIV Latin American Symposium on Polymers and XII Ibero American Congress on Polymers – ABPOL

(Brasil), Materials Science and Engineering Meeting - Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V. – Damstadt (Alemanha) e FBPOL2014 – 4th French Brazilian Meeting on Polymers (Brasil)

3. Quais e quantos auxílios o Programa pretende?

Valores enviados na proposta original.

4. Quais metas de internacionalização o Programa pretende atingir no âmbito do Edital nº 41/2017 – CAPES PrInt?

Deve-se considerar que o caráter de integração oportunizado mediante a execução desta proposta permitirá a realização de trabalho em redes de conhecimento correlatas, o que certamente favorecerá a consolidação destas colaborações entre os pesquisadores que participarão direta e indiretamente desta proposta. Assim, de forma mais específica podemos elencar as metas de internacionalização pretendidas para o PPGQ ao participar do referido edital, a saber:

i. Consolidação das cooperações internacionais já estabelecidas com um fluxo maior de pesquisadores e discentes entre os países envolvidos;
ii. Formação de recursos humanos altamente qualificados em temas de relevância científica e social;
iii. Inovação da pesquisa realizada no PPGQ a partir da criação de novas linhas de pesquisa ou pelo fortalecimento dos projetos já em execução nas Linhas Agregadoras que o PPGQ se enquadra, mas que carecem de auxilio periódico. Em particular missões de trabalho e de estudo seriam o foco do auxilio necessário que permita a meta desejada de mobilidade de estudantes e pesquisadores;
iv. Ampliação significativa das publicações científicas de alto impacto em periódicos internacionais indexados;
v. Expansão e crescimento da internacionalização do PPGQ a partir da publicação dos artigos científicos provenientes das colaborações internacionais, apresentação dos trabalhos desenvolvidos em congressos internacionais, apresentação de palestras, cursos e missões científicas;
vi. Fomentar e ampliar ações de desenvolvimento de Patentes (Invenção ou Modelo de Utilidade) visando a facilitar o processo de transferência de tecnologias para a sociedade e, consequentemente, a melhora da qualidade de vida da população e do Brasil.

5. Qual a previsão do Programa em termos de benefícios e resultados?

O PPGQ prevê que com a sua participação no presente Edital, a partir da execução das diferentes atividades propostas nas Linhas Agregadoras, seja possível em termos gerais os seguintes benefícios e resultados:

i. Consolidação e ampliação do nível de excelência do PPGQ;
ii. Maior contribuir na formação técnica de excelência de recursos humanos altamente qualificados;
iii. Ampliação da capacidade do PPGQ e consequentemente da UFRGS para o desenvolvimento de novos materiais e prospecção e diagnóstico de aplicações tecnológicas, mediante aproximação de experiências e competências;
iv. Melhoria das condições para inserção, fixação, interação e intercâmbio de novos pesquisadores viabilizando a pesquisa no seu perfil de formação, com o intuito de incentivar a expansão e a diversificação das linhas de pesquisa no PPGQ;
v. Ampliação entre 30-40% do número de publicações científicas em revistas internacionais indexadas com um elevado fator de impacto (Qualis CAPES A1 e A2);
vi. Aumento da transferência de tecnologia pela ampliação do número de depósitos de propriedade intelectual;
vii. Aprofundamento do conteúdo científico das publicações do PPGQ;
viii. Ampliação das colaborações entre os docentes do PPGQ com pesquisadores de outras instituições públicas e privadas do Exterior e em âmbito nacional;
ix. Internacionalização do conhecimento cientifico em áreas especificas de pesquisa, formação de recursos humanos em centros de excelência internacional, colaboração com unidades acadêmicas latinoamericas, formação de parcerias de pesquisa e formação de recursos humanos solidas e duradouras que possam superar as instabilidades políticas e econômicas tão comuns em países de América latina.

Em termos científicos e técnicos referentes às Linhas Agregadoras que o PPGQ se enquadra, pretende-se em termos de benefícios e resultados:

i. Maior integração entre os aspectos relacionados à síntese de polímeros e sua aplicação em novas tecnologias, especialmente na área de biomateriais, energia e novos materiais para opto-eletrônica;
ii. Desenvolver novas tecnologias englobando técnicas de produção de nanofibras e impressão 3D de biomateriais, gerando impacto na área tecnológica e perspectivas para esta nova tecnologia no país;

iii. Manter a colaboração para continuar contribuindo para a introdução no Brasil (Laboratório Nacional de Luz Síncrotron) da técnica de SAXS coerente;
iv. Parceria na introdução de técnicas de espalhamento de radiação a serem instaladas no projeto SIRIUS (CNEPEM/LNLS/Campinas) para o estudo de processos dinâmicos em membranas miméticas de membranas celulares;
v. Utilizar de técnicas de espalhamento de nêutrons, introduzindo a metodologia no PPGQ através de cursos, disciplinas e formação de alunos;
vi. Desenvolver *expertise* para trabalhar com produção de energia limpa;
vii. Tornar o país competitivo na área de utilização de energia solar;
viii. Obtenção de produtos e processos para recuperação ambiental e controle da qualidade dos alimentos;
ix. Desenvolver métodos e/ou dispositivos de baixo custo para quantificação de arsênio em alimentos (principalmente na forma inorgânica no estado de oxidação trivalente – altamente tóxico e cancerígeno), tendo em vista que o FDA e órgãos de fiscalização internacionais estão regulamentando o nível máximo para o arsênio em alimentos infantis, arroz e suco de maça. O indicativo da espécie química e sua concentração são importantes para avaliar os níveis de exposição e entender o metabolismo do arsênio em organismos humanos;
x. Desenvolver embalagens biodegradáveis, inteligentes e ativas;
xi. Desenvolver dispositivos à base de zeólitas, para incorporação em matrizes poliméricas e aplicação de embalagens para pescados e laticínios e derivados;
xii. Desenvolver biopolímeros a partir de resíduos agrícolas.

6. O programa deve identificar parcerias internas e externas, para reforço de parcerias com o exterior e desenvolvimento de competências únicas.

O Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ) destaca-se pela forte participação dos docentes em parcerias com universidades ou centros de pesquisa do Brasil e do exterior. Cabe destacar que, o alto número de parcerias é um indicativo do forte comprometimento do PPGQ em interações científicas produtivas que corroboram para o fortalecimento da formação de recursos humanos em alto nível, desenvolvimento tecnológico e inovação. Com isso, busca-se a consolidação do PPGQ com excelência em nível nacional e internacional. Nas Tabelas 1-9 estão identificadas as parcerias internas e externas (quando existirem) de acordo com as linhas agregadoras dentre as quais o PPGQ se insere.

Tabela 1. Parcerias externas da Linha Agregadora 1 (Desenvolvimento sustentável; diversidade; mudanças climáticas; sustentabilidade ambiental; social e econômica, incluindo aspectos éticos e legais).

Pesquisador	País	Centro de pesquisa/Universidade	Atividade de interação	Linha de pesquisa
Piet van Leeuwen	França	Université Toulouse III Paul Sabatier	PVE-CAPES CAPES-DGU	Nanopartículas metálicas para catálise
Samuel Dagorne	França	Université de Strasbourg	PVE-CNPq	Biopolímeros funcionalizados com líquidos iônicos
Moshe Kol	Israel	University of Tel-Aviv	PVE-CNPq	
Yolanda Picó Garcia	Espanha	Universitat de Valencia	Missão científica	Remediação de ambiental e tratamento de efluentes urbanos
Valdemar I. Esteves	Portugal	Universidade de Aveiro	PDJ-CAPES	
Ana Agüera	Espanha	Universidad de Almería	UNIVERSAL CNPq nº 403051/2016-9	Desenvolvimento de métodos de análise de contaminantes ambientais com ênfase na elucidação estrutural de produtos de transformação
José Antonio Sanchéz Pérez	Espanha			Desenvolvimento de fotorreatores solares e tratamento de efluentes urbanos e industriais mediados pela radiação solar
Sixto Malato	Espanha	Plataforma Solar de Almería-CIEMAT	UNIVERSAL CNPq nº 403051/2016-9	Tratamento de efluentes urbanos, industriais e hospitalares induzidos por energia solar
Félix Hernandez	Espanha	Universidad Jaime I	PDJ-CAPES	Segurança do meio ambiente/desenvolvimento de métodos de análise de contaminantes ambientais
María Ibáñez	Espanha			
Andrei Khodakov	França	Universidade de Lille	CAPES-COFECUB	Síntese de zeólitas a partir da cinza volantes de carvão
Samuel Dagorne	França	UNISTRA - Strasbourg	PDSE	Síntese sustentável de polilactídeo a partir de fontes renováveis
Digvijaysinh Parmar	Índia	University, Rajkot, Gujarat	BRICS-CNPq	Transformação de biomassa e produtos de alto valor agregado

Tabela 1. Continuação.

Pesquisador	País	Centro de pesquisa/Universidade	Atividade de interação	Linha de pesquisa
Damia Barcelo	Espanha	ICRA Catalan Institute for Water Research	PVE/CNPq	Desenvolvimento de novos métodos para determinação de contaminantes emergentes em efluentes urbanos
Akwasi Boateng	EUA	Agência Ambiental Americana	Missão científica no Brasil	Desenvolvimento de novas abordagens para pirólise catalítica
Anja Oaasma	Finlândia	Technical Research Centre of Finland	Colaboração científica	Desenvolvimento de métodos analíticos para investigação da composição de bioóleo e fase aquosa de líquidos pirolíticos
Wayne Reed	EUA	Tulane Center for Polymer Reaction Monitoring and Characterization	PDSE	Desenvolvimento de biopolímeros ramificados e seus complexos metálicos
Jean-Luc Puteaux	França	Centre de recherches sur les macromolécules végétales (Cermav) – Université Grenoble-Alpes	PDSE	Desenvolvimento de nanocristais a partir de biopolímeros
João Maia	EUA	Case Western Reserve University	CAPES-CASE	Novos materiais e engenharias
Gary Wnek				Embalagens inteligentes

Tabela 2. Parcerias internas da Linha Agregadora 2 (Integração entre ciência básica, tecnologia da informação, engenharia, artes e matemática [STEAM]).

Pesquisador	País	Centro de pesquisa/Universidade	Atividade de interação	Linha de pesquisa
Dagoberto de Oliveira Silva	Brasil	UFSC	Mobilidade acadêmica	Aplicação de compostos fulerenos na área médica
Márcia Lacerda	Brasil	Braskem	Colaboração científica	Processos de polimerização
Watson Loh	Brasil	UNICAMP	Colaboração científica	Sistemas Autoorganizados
Rosângela Itri	Brasil	USP	Colaboração científica	Sistemas Autoorganizados
Rosângela Balaban	Brasil	UFC	Colaboração científica	Biopolímeros

Tabela 3. Parcerias externas da Linha Agregadora 2 (Integração entre ciência básica, tecnologia da informação, engenharia, artes e matemática [STEAM]).

Pesquisador	País	Centro de pesquisa/Universidade	Atividade de interação	Linha de pesquisa
Piero Baglioni	Itália	University of Florence	Horizon 2020	Nanorestart
Ludger Wessjohann	Alemanha	Institute for Plant Biochemistry	PDSE-CAPES	Síntese de glicoseleno-esteroides
Claudio Santi	Itália	University of Perugia	PDSE-CAPES	Síntese de compostos orgânicos de selênio empregando química verde
Stephen Goldup	Inglaterra	University of Southampton	FAPERGS PDSE-CAPES	Síntese de rotaxanos e moléculas mecanicamente interligadas
Nuno Maulide	Áustria	University of Vienna	PVE-CAPES PDSE-CAPES	Síntese estereosseletiva empregando reagentes organozinco
Luigi Ambrosio	Itália	CNR	PVE-CNPq	Novos materiais para aplicação na área da saúde, materiais com propriedades de auto-cura, liberação controlada, engenharia de tecidos e materiais biocompatíveis
Carlos Marques	França	Institut Charles Sadron	PDSE	Desenvolvimento de vesículas gigantes produzidas a partir de sistemas moleculares obtidos na natureza e miméticos de membranas celulares aplicáveis em estudos celulares
Romano Orru	Países Baixos	Vrije Universiteit Amsterdam	PVE-CNPq	Síntese sustentável de compostos bioativos de alto valor agregado
Jon Pokorski	EUA	Case Western Reserve University	CAPES-CASE	Estudos sobre as atividades antibacteriana de líquidos iônicos
Chad Mirkin	EUA	Northwestern University	Missão científica	Aplicação de compostos fulerenos na área médica
Carlos Escobedo	Canadá	Queen's University	Missão científica	Microfluídica e sensores
Alexandre Brolo	Canadá	University of Victoria	Missão científica	Nanomateriais e sensores
Brunella Biscussi	Argentina	Universidad Nacional del Sur	PMEP	Desenvolvimento de moléculas bioativas para o tratamento da Doença de Alzheimer
Régis Gauvin	França	USTL - Lille	CAPES-COFECUB	Oligomerização de olefinas leves

Tabela 3. Continuação.

Pesquisador	País	Centro de pesquisa/Universidade	Atividade de interação	Linha de pesquisa
Alexander Sachse	França	Institut de Chimie des milieux et Matériaux de Poitiers	PDSE	Síntese de materiais mosoporos ordenados
Ernesto Gutiérrez	Suécia	Uppsala University	Latin American and European Cooperation on Innovation and Entrepreneurship (LISTO)	Empreendedorismo e inovação
Thomas Hellweg	Alemanha	Bielefeld University	PDSE	Desenvolvimento de microgéis a partir de polímeros naturais
António Monjane	Moçambique	Universidade Pedagógica de Moçambique	Missão científica no Brasil	Polímeros nanoestruturados: desenho, síntese e propriedades de materiais funcionais
José António Pereira de Barros	Moçambique		Coorientação de doutorado	
Rüdiger Berger	Alemanha	Max Planck Institut für Polymerforschung	PD CSF-CNPq/CAPES	Simulações multiescala em ácidos nucleicos e simulações de dinâmica molecular de géis termo-responsíveis
Mark Helm	Alemanha	Johannes Gutenberg Universität Mainz	PDSE-CAPES	
João maia	EUA	Case Western Reserve University	CAPES-CASE	Novos materiais e engenharias
Gary Wnek				Embalagens inteligentes

Tabela 4. Parcerias externas da Linha Agregadora 3 (Impacto, desenvolvimento e inserção das novas tecnologias, inteligência artificial, tecnologias da informação e robótica no futuro do trabalho).

Pesquisador	País	Centro de pesquisa/Universidade	Atividade de interação	Linha de pesquisa
Petr Stepanek	República Tcheca	Institute of Macromolecular Chemistry	PDJ-CAPES PDSE Missão Científica no Brasil	Desenvolvimento de sistemas coloidais auto-organizáveis
Murat Guvendiren	EUA	The State University of New Jersey	PDJ-CNPq	Desenvolvimento de novas tecnologias englobando técnicas de produção de nanofibras e impressão 3D de biomateriais

Tabela 5. Parcerias internas da Linha Agregadora 3 (Energia do futuro, novos combustíveis, inclusive recicláveis).

Pesquisador	País	Centro de pesquisa/Universidade	Atividade de interação	Linha de pesquisa
Nágila Ricardo	Brasil	Universidade Federal do Ceara	Mobilidade acadêmica	Produção de biocombustíveis e biolubrificantes

Tabela 6. Parcerias externas da Linha Agregadora 3 (Energia do futuro, novos combustíveis, inclusive recicláveis).

Pesquisador	País	Centro de pesquisa/Universidade	Atividade de interação	Linha de pesquisa
Katharina Landfester	Alemanha	MPI- Max Planck Institute for Polymer Science	PROBRAL, NOPA e EULANEST	Polimerização induzida por miniemulsão
Clemens Weiss	Alemanha	University of Applied Sciences - Bingen	PROBRAL, NOPA e EULANEST	Produção de combustíveis a partir de materiais reciclavéis
Martin E. Maier	Alemanha	University of Tübingen	PROBRAL e NOPA	Síntese de biolubrificantes
Luis Joaquim Pina da Fonseca	Portugal	Universidade Técnico Lisboa	EULANEST-CNPq	Catálise enzimática
Rodrigo Iglesias	Argentina	Universidade Nacional de Córdoba	CNPq-CONICET	Desenvolvimento de células solares e fotogeração de hidrogênio
Hans-Joachim Freund	Alemanha	Fritz Haber Institute of the Max Planck Society	Missão científica	
Alexander Föhlisch	Alemanha	Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie GmbH	Missão científica	
Fortunato Lucas Quembo Raposo	Moçambique	Universidade Pedagógica-Moçambique	Missão científica no Brasil	Aproveitamento de biomassa para produção de energia
Georges Sabat	Canadá	Royal Military College of Canada	Missão científica	Nanomateriais e Energia
Alexandre Brolo	Canadá	University of Victoria	Missão científica	
Michael Graetzel	Suíça	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne	Missão científica	
Alex Conradie	Inglaterra	University of Nottingham	Programa Newton	Química verde e sustentável
Neil Champness	Inglaterra			Desenvolvimento de nanocompósitos para produção de energia
John A. Byrne	Irlanda do Norte	Ulster University (Nanotechnology and Integrated Bioenginnering Center – NIBEC)	Missão científica	Fotocatálise

Tabela 6. Continuação.

Pesquisador	País	Centro de pesquisa/Universidade	Atividade de interação	Linha de pesquisa
Eduardo García-Verdugo	Espanha	Universidades de Valencia, Castellon e Murcia	ERC-Horizon 2020	Aplicação de líquidos iônicos funcionalizados para a produção de energia sustentável
Santiago V. Luis	Espanha			
Fernando Rey	Espanha	Universidade Politécnica de Valência	PDEE-CAPES	Desenvolvimento de polímeros condutores

Tabela 7. Parcerias internas da Linha Agregadora 7 (Cadeia da alimentação, agricultura, segurança alimentar).

Pesquisador	País	Centro de pesquisa/Universidade	Atividade de interação	Linha de pesquisa
Márcia Pires	Brasil	Braskem	Colaboração científica	Sensores para embalagens
Rodrigo Brambilla	Brasil		Colaboração científica	
Rafael Buffo	Brasil	Tanac	Colaboração científica	Aplicações para taninos
Ney Fronza	Brasil	Instituto Federal de SC	Mobilidade acadêmica	Avaliação do potencial antioxidante de produtos naturais aplicados à conservação de alimentos
Tiago Charão	Brasil	Laboratório Nacional Agropecuário RS	Colaboração científica	Desenvolvimento de métodos para fiscalização e identificação de adulteração de alimentos
Jéferson Segalin	Brasil		Colaboração científica	
Aline Caramão Telles Biasotto Marques	Brasil	Embrapa Semi-Árido	Colaboração científica	Desenvolvimento de métodos analíticos para análise de compostos voláteis em alimentos
Elina B. Caramão	Brasil	Universidade Tiradentes	Colaboração científica	

Tabela 8. Parcerias externas da Linha Agregadora 7 (Cadeia da alimentação, agricultura, segurança alimentar).

Pesquisador	País	Centro de pesquisa/Universidade	Atividade de interação	Linha de pesquisa
Fritz Scholz	Alemanha	Universität Greifswald	Missão científica no Brasil	Desenvolvimento de sensores eletroquímicos para determinação de contaminantes em alimentos
Luis Joaquim Pina da Fonseca	Portugal	Institute for Bioengineering and Biosciences-ISL	Missão científica no Brasil	
Jiri Dedina	República Tcheca	Czech Academy of Sciences	PVE/CNPq PDEE/CAPES	Desenvolvimento de métodos e/ou dispositivos de baixo custo para quantificação de arsênio em alimentos

Tabela 8. Continuação.

Pesquisador	País	Centro de pesquisa/Universidade	Atividade de interação	Linha de pesquisa
Damia Barcelo	Espanha	ICRA Catalan Institute for Water Research	PVE/CNPq	Controle de contaminantes emergentes em alimentos
Luigi Mondello	Itália	Università degli Studi di Messina	PDEE-CAPES	Desenvolvimento de métodos analíticos para análise de compostos voláteis em alimentos
Lei Ye	Suécia	Lund University	Missão científica	Sensores/impressão molecular/embalagens inteligentes
Toshiharu Teranishi	Japão	Kyoto University	Missão científica	Síntese de materiais inorgânicos avançados/funcionalizados para embalagens

Tabela 9. Parcerias externas da Linha Agregadora 8 (Formação de recursos humanos de alto nível, tendo em vista a necessária diversidade e a habilitação para transformações incrementais e culturais que sejam capazes de levar o Brasil a um novo paradigma de desenvolvimento sócio-econônico, vinculado à agregação de conhecimento em todos os setores da sociedade).

Pesquisador	País	Centro de pesquisa/Universidade	Atividade de interação	Linha de pesquisa
Anton V. Panteleimonov	Ucrânia	V.N. Karazin Kharkiv National University	Missão científica	Desenvolvimento de novos materiais para a química sustentável
Yuriy V. Kholin			Missão científica	
Oleg Tkachenko			PDJ (jovem talento vindo do exterior)	
Paul O'Brein	Inglaterra	University of Manchester	PDEE-CAPES	Desenvolvimento de materiais híbridos funcionalizados para sensores eletroquímicos
Micheal Wong Chi Man	França	Ecole Nationale Superieure de Chimie de Montpellier	Missão científica no Brasil	Curso de curta duração: Fundamentals on Hybrid Materials and Silsesquioxanes Seminário: Designed bridged silsesquioxanes for targeted applications
Carlos Marques	França	Institut Charles Sadron	PDSE	Desenvolvimento de sistemas moleculares aplicáveis em estudos celulares
Stephen M. Kelly	Inglaterra	Universidade de Hull	PDEE-CAPES	Cristais líquidos e transistores orgânicos
David M. Walba	EUA	Universidade do Colorado	PDSE-CAPES	
Ian S. Butler	Canadá	McGill University	Missão científica	Espectroscopia

Tabela 9. Continuação.

Pesquisador	País	Centro de pesquisa/Universidade	Atividade de interação	Linha de pesquisa
Yasunori Oumi	Japão	Gifu University	Missão científica	Instrumentação (microscopia)
Stephen Reichenbach	EUA	University of Nebraska	Colaboração científica	Desenvolvimento de novos softwares de tratamento de dados bidimensionais de GCxGC/MS
Tadeusz Gorecki	Canadá	University of Waterloo	PDSE-CAPES	Desenvolvimento de novas tecnologias na área de instrumentação para GCxGC

7. O programa deve indicar com quais Programas/Grupos de Pesquisa poderia interagir, considerando as linhas agregadoras de escolha.

Na Tabela abaixo são indicadas as possíveis interações com PPGs da UFRGS, considerando as linhas pesquisa de atuação do PPGQ e as Linhas Agregadoras nas quais o PPGQ se insere (1, 2, 3, 5, 7 e 8).

Programa de Pós-Graduação	Instituto
PPG em Ciência e Tecnologia dos Alimentos	Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos
PPG em Biologia Celular e Molecular	Centro de Biotecnologia
PPG em Engenharia Química	Escola de Engenharia
PPG em Ciências dos Materiais	Multidisciplinar
PPG em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais	Escola de Engenharia
PPG em Microeletrônica	Multidisciplinar
PPG em Física	Instituto de Física
PPG em Ciências Farmacêuticas	Faculdade de Farmácia
PPG em Nanotecnologia Farmacêutica	Faculdade de Farmácia
PPG em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental	Instituo de Pesquisas Hidráulicas
PPG em Microbiologia Agrícola e do Ambiente	Instituto de Ciências Básicas da Saúde
PPG em Geologia	Instituto de Geociências
PPG em Computação	Instituto de Informática

8. O programa pode fazer sugestões, inclusive sobre as Linhas Agregadoras, se aplicável.

Não se aplica.