

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

WAGNER BREGONCI SANTOS JUNIOR

**UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE OS LÍQUIDOS IÔNICOS NA
ENGENHARIA QUÍMICA: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *PROKNOW-C* EM
CONJUNTO COM *SOFTWARE VOSVIEWER***

FRANCISCO BELTRÃO

2022

WAGNER BREGONCI SANTOS JUNIOR

**UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE OS LÍQUIDOS IÔNICOS NA
ENGENHARIA QUÍMICA: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *PROKNOW-C* EM
CONJUNTO COM *SOFTWARE VOSVIEWER***

**A bibliometry analysis about ionic liquids in chemical engineering: application
of the ProKnow-C methodology in conjunction with VosViewer software**

Trabalho de conclusão de curso de
graduação/ apresentada como requisito para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Química da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Tânia Maria Cassol.
Coorientador(a): Irede Angela L. Dalmolin
Coorientador(a): Thalita Grando Rauen

FRANCISCO BELTRÃO

2022



Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

WAGNER BREGONCI SANTOS JUNIOR

**UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE OS LÍQUIDOS IÔNICOS NA
ENGENHARIA QUÍMICA: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *PROKNOW-C* EM
CONJUNTO COM *SOFTWARE VOSVIEWER***

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Química da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 24 de junho de 2022

Tânia Maria Cassol
Doutorado em Química
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Irede Angela Lucini Dalmolin
Doutorado em Engenharia de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Thalita Grando Rauen
Doutorado em Físico-Química
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

“A folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

FRANCISCO BELTRÃO

2022

Dedico este trabalho à minha a minha mãe
(em memória) por todo sacrifício feito para
eu chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Prof^a. Dr^a. Tânia Maria Cassol, pela orientação e apoio para realização do trabalho.

À professora Prof^a. Dr^a. Irede Angela Lucini Dalmolin, pela atenção e contribuição essencial para elaboração e melhoria do trabalho.

À Prof^a. Dr^a. Thalita Grando Rauen pelo auxílio e indicação do método a ser trabalhado.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-FB) e todos os professores que contribuíram para meu aprendizado e formação.

Aos meus amigos e família que sempre me motivaram e estiveram ao meu lado em momentos complicados durante graduação.

Por fim, agradeço a minha mãe Rita de Cássia (em memória) que possibilitou todo esse processo em minha vida e mesmo não estando presente para celebrar essa conquista está comemorando por mim onde quer que esteja.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original”.
Albert Einstein

RESUMO

O estudo dos líquidos iônicos vem se tornando cada vez mais crescente e vasto, abordando diversas áreas de aplicação devido as suas particularidades. Visando encontrar possíveis áreas de aplicação na Engenharia Química, foi realizado uma análise bibliométrica do tema com a aplicação da metodologia *ProKnown-C (Process Knowledge Development – Construtivist)*, que consiste em fazer uma seleção de artigos em etapas sequenciais a fim de apresentar um portfólio bibliográfico final, juntamente ao *software VosViewer*, responsável pela criação de redes bibliométricas e mapa de calor presentes no trabalho. A publicação de artigos oriundos de líquidos iônicos tem apresentado um grande crescimento em diversas áreas nas últimas décadas portanto utilizando a metodologia estruturada no trabalho, um processo trabalhoso, porém, simples e efetivo que aborda o levantamento de dados de artigos já publicados anteriormente foi apresentado as pesquisas com maior relação ao tema do trabalho, autores mais citados e com maior contribuição e, por fim, áreas de aplicação. O levantamento de dados realizados neste trabalho leva em consideração apenas artigos publicados no Brasil e teve seu início em março de 2022 e contemplou os anos de 2018 a 2022. O portfólio final composto por 32 artigos foi desenvolvido a partir da metodologia *ProKnown-C* em conjunto com o *software VosViewer* apontando áreas de possível potencial de crescimento e evolução dos líquidos iônicos na engenharia, como: nano estruturas, proteínas entre outras abordadas no desenvolvimento do trabalho.

Palavras-chave: líquidos iônicos; engenharia química; análise bibliométrica.

ABSTRACT

The study of ionic liquids has become increasingly growing and vast, covering several areas of application due to their particularities. Aiming to find possible areas of application in Chemical Engineering, a bibliometric analysis of the theme was carried out with the application of the ProKnown-C methodology (Process Knowledge Development - Constructivist), which consists of making a selection of articles in sequential steps in order to present a portfolio final bibliographic report, together with the VosViewer software, responsible for the creation of bibliometric networks and heat map present in the work. The publication of articles from ionic liquids has shown a great growth in several areas in the last decades therefore using the structured methodology in the work, a laborious process, however, simple and effective that approaches the collection of data of previously published articles was presented the researches with greater relation to the subject of the work, authors most cited and with greater contribution and, finally, areas of application. The data collection carried out in this work takes into account only articles published in Brazil and began in March 2022 and covered the years from 2018 to 2022. The final portfolio consisting of 32 articles was developed using the ProKnown-C methodology together with the software VosViewer pointing out areas of possible potential for growth and evolution of ionic liquids in engineering, such as: nanostructures, proteins, among others addressed in the development of the work.

Keywords: ionic liquids; chemical engineering; bibliometric analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Cátions e ânions mais comumente utilizados	17
Figura 2 - Classificação dos líquidos iônicos.....	17
Figura 3 - Exemplo de áreas de aplicação dos líquidos iônicos.....	19
Figura 4 - Criação do banco de artigos não repetidos e com título alinhado	24
Figura 5 - Banco de artigos não repetidos, título e resumo alinhado com o texto e com reconhecimento científico.....	26
Figura 6 - Rede bibliométrica dos líquidos iônicos e palavras relacionadas	28
Figura 7 - Principais assuntos relacionados entre 2012 e 2020.....	29
Figura 8 – Áreas de maior interesse de 2018 a 2022.....	30
Figura 9 - Fração da rede bibliométrica representando o ano de 2020.....	30
Figura 10 - Fração da rede bibliométrica representando o ano de 2021	31
Figura 11 - Fração da rede bibliométrica representando o ano de 2022	31
Figura 12 - Mapa de calor	32
Gráfico 1 - Número de citações x Autores	27
Planilha 1 - Definição de busca.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo entre solventes orgânicos e líquidos iônicos	16
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

B1	Banco de artigos brutos
B2	Banco de artigos brutos não repetidos
B3	Banco de artigos não repetidos e com título alinhado
BA	Banco de autores
BA1	Banco de artigos não repetidos e título e resumo alinhados com reconhecimento científico
BA2	Banco de artigos não repetidos e título alinhados, com reconhecimento científico potencial
BA3	Banco de artigos não repetidos, título e resumo alinhados e com reconhecimento científico
BAF	Banco de artigos final
CAFe	Comunidade Acadêmica Federada
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
WoS	<i>Web of Science</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1	LÍQUIDOS IÔNICOS	15
3.1.1	Líquidos iônicos apróticos	18
3.1.2	Líquidos iônicos apróticos	18
3.2	Aplicações dos líquidos iônicos	18
4	METODOLOGIA	21
4.1	Metodologia <i>ProKnown-C</i>	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1	Aplicação do método	23
6	CONCLUSÕES	33
	REFERÊNCIAS.....	34
	APÊNDICE A - Mapa Mental utilizado para organização das etapas a serem seguidas durante a elaboração do trabalho	37
	APÊNDICE B - Planilha de Aplicação da Regra de Pareto.....	38
	APÊNDICE C - Planilha representante do portfólio final de artigos.....	39
	APÊNDICE D - Continuação da planilha representante do portfólio final.....	40

1 INTRODUÇÃO

A busca por tecnologias mais limpas, sustentáveis e com menor número de resíduos, guiou cientistas e pesquisadores aos estudos que favorecem a Química Verde. Definida pela IUPAC como “A invenção, desenvolvimento e aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas” (CRUZ; ABREU; LIMA, 2020), a Química Verde é uma abordagem eficaz para a prevenção de poluição. Abrange técnicas inovadoras como a eliminação ou substituição de solventes, uso de matérias-primas renováveis, desenvolvimento de catalisadores, uso eficiente de energia, melhoria nos processos de separação, controle e intensificação de projetos e substituição de produtos tóxicos por outros ambientalmente aceitos.

O vínculo entre a química verde e os líquidos iônicos (LI's) se dá devido as propriedades dos LI's, uma vez que sua pressão de vapor é desprezível, inibindo sua evaporação e assim facilitando a reciclagem e o reuso. Comparado a compostos orgânicos voláteis, os LI's possuem a vantagem de não serem inflamáveis e também uma toxicidade geralmente menor.

Devido ao contínuo número de descobertas e seu papel na ciência, nas últimas décadas o estudo envolvendo os LI's tem crescido exponencialmente, possibilitando assim, sua aplicação em diversas áreas, como: solventes, eletrólitos, células solares, armazenamento de gases, catálise organometálica e enzimática, lubrificantes, fluídos hidráulicos entre outros (WELTON, 2018).

No Brasil, a síntese de LI's deixou as fronteiras dos grupos de pesquisa ligados à química e cada vez mais desperta interesse na engenharia química, principalmente como promissor substituto de solventes orgânicos como extratores ou meios reacionais nos diversos processos industriais.

A facilidade de modificação nas suas propriedades físicas e químicas, a partir de diferentes combinações de ânions e cátions, permite vislumbrar diferentes aplicações dos LI's. Particularmente, este trabalho buscou aplicações na área específica de engenharia química.

Diante do exposto, nota-se que especificamente nas áreas que tangem a engenharia química, várias são as aplicações possíveis dos LI's, despertando a necessidade de um levantamento referencial atualizado na tentativa de indicar um possível ramo promissor para aplicação deste grupo importante de substâncias.

Visto isso, a presente revisão bibliométrica se faz necessária para encontrar aplicações específicas na engenharia química, devido a vasta área de aplicação dos LI's. A partir de algumas bases de dados diferentes foram analisadas as áreas de aplicação e foi feito um comparativo entre os autores e publicações mais citadas nos últimos 5 anos no Brasil.

Portanto o intuito dessa revisão é inferir através do método *ProKnow-C* (*Knowledge Development Process – Contrustivist*) em conjunto com o software *VosViewer* quais são as áreas de possível potencial.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este levantamento bibliográfico tem como objetivo compreender as propriedades e uso dos Líquidos iônicos, baseado em pesquisas já realizadas na área, indicando uma área promissora de aplicação ligada à engenharia química, através do método *ProKnown-C* e do *software VosViewer*.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Para atender o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- Conhecer as propriedades dos Líquidos iônicos;
- Abordar contextos relevantes dos Líquidos iônicos;
- Realizar a seleção de artigos que comporão o portfólio de pesquisa;
- Identificar as áreas de aplicação na engenharia química por meio da análise bibliométrica.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 LÍQUIDOS IÔNICOS

Os líquidos iônicos (LI's) e suas aplicações vêm recebendo atenção maior na atualidade, por conta da sua grande gama de aplicabilidade industrial, laboratorial, medicinal e diversas outras áreas, o que influencia diretamente na quantidade de tecnologias, estudos, teses e tentativas de encontrar novos produtos que contribuam principalmente quando se fala do meio ambiente. Estima-se que o número de estruturas diferentes para os LI's é da ordem de 10^{18} , permitindo assim uma infinidade de pesquisas na mesma área (DONG *et al.*, 2017).

São compostos inteiramente por íons, um cátion orgânico volumoso combinado com um ânion inorgânico ou orgânico de diversos tamanhos, resultando em uma ampla gama de produtos. Com a alteração do ânion e/ou cátion é possível ajustar propriedades como densidade, ponto de fusão, viscosidade ou solubilidade, possibilitando uma vasta aplicabilidade com a finalidade de melhorar a eficiência de um processo, seja ele eletroquímico, analítico, sintético ou de engenharia (ARAUJO, 2018).

Os LI's são uma alternativa viável quando se trata do meio ambiente, mesmo com diversas dúvidas ainda existentes relacionadas a toxicidade. Porém, mesmo com essas dúvidas, os LI's são mais eficientes que os solventes orgânicos tradicionais, como na extração por exemplo. Além disso os LI's têm a capacidade de serem recuperados e reutilizados várias vezes. A Tabela 1 mostra um comparativo entre os solventes orgânicos e líquidos iônicos, porém com uma alteração; na tabela original o número de solventes relacionados aos líquidos iônicos era o na ordem de 10^6 , entretanto a literatura mais atual de Dong *et al.* (2017) estima que o número de LI's aumentou para ordem de 10^8 .

A diferença entre os sais fundidos e os líquidos iônicos encontra-se na composição estrutural dos mesmos. Os sais fundidos possuem cátions e ânions pequenos dando origem a uma estrutura rígida e cristalina, que como consequência tem seu ponto de fusão elevado, por exemplo o NaCl (ponto de fusão 803 °C) e o KCl (772 °C). Os LI's por sua vez são formados por cátions orgânicos volumosos, íons assimétricos com deslocalização de cargas e uma alta desordem de empacotamento,

possibilitando um ponto de fusão mais baixo e uma menor interação coulômbica (MACFARLANE; KAR; PRINGLE, 2017).

Tabela 1 - Comparativo entre solventes orgânicos e líquidos iônicos

PROPRIEDADES	SOLVENTES ORGÂNICOS	LÍQUIDOS IÔNICOS
Nº de solventes	> 1000	>10 ⁸
Aplicabilidade	Única	Multifuncional
Habilidade Catalítica	Rara	Comum e modelável
Quiralidade	Rara	Comum e modelável
Pressão de vapor	Obedece a relação de Clausius-Clapeyron	Negligenciável sob condições normais
Inflamabilidade	Geralmente inflamável	Geralmente não inflamável
Viscosidade (cP)	0,2-100	40000
Densidade (g/cm ³)	0,6-1,7	0,8-3,3

Fonte: Adaptado de Plechkova; Seddon (2008)

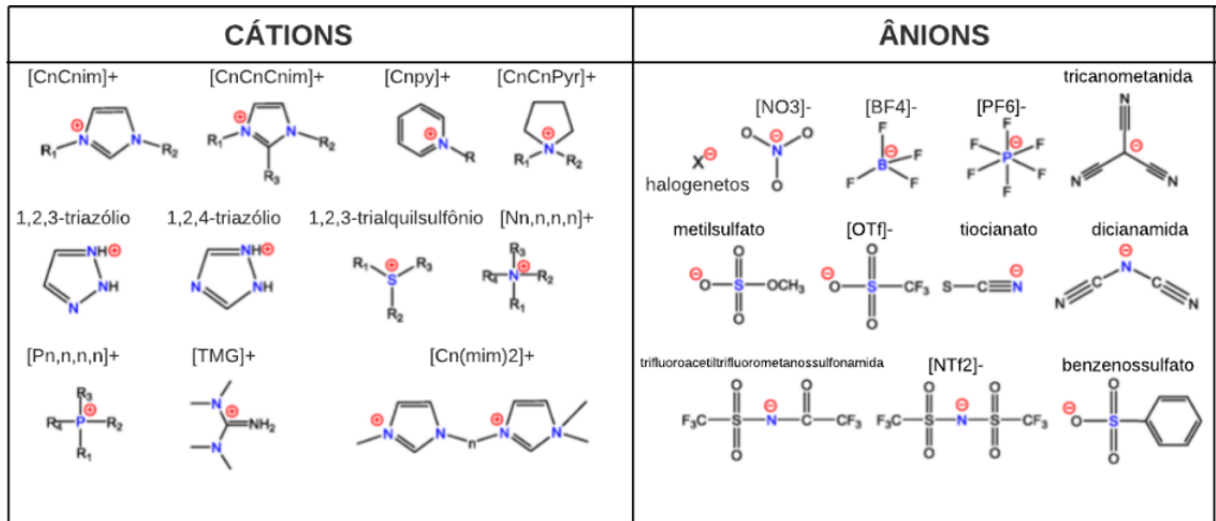
Quando se trata das propriedades dos LI's, em sua grande maioria, apresentam, além do baixo ponto de fusão, uma baixa inflamabilidade, boa condutividade iônica, pressão de vapor desprezível e possuem uma viscosidade relativamente alta por conta de o resultado das forças iônicas intermoleculares serem fortes, uma vez que com o aumento da massa molar dos constituintes ou introdução de cadeias volumosas a viscosidade tende a aumentar (LUNSTROOT, 2008).

Além das características anteriores, também vale ressaltar que os LI's possuem uma boa estabilidade eletroquímica, tornando-o interessante no uso em baterias, células combustíveis e solares. Podem ser expostos a maioria dos potenciais positivos e negativos sem que ocorra redução do cátion nem oxidação do ânion (FOONG; WIRZAL; BUSTAM, 2020).

Fong, Wirzal e Bustam (2020) ressaltam ainda que, a biocompatibilidade dos LI's está diretamente relacionada à química verde. Por maior que seja o número de aplicações ainda assim é necessário se preocupar com o impacto ambiental relacionado ao uso de LI's. Embora que os dados sobre a toxicidade sejam poucos, não significa que se o material apresentar baixa toxicidade automaticamente é biocompatível.

Os cátions mais comuns utilizados na síntese de LI's são os alquilamônios, aquil-fósforos, N-aquil-piridina e N-N-alquilimidazol, 1,1-dialquil-pirolidina. Já os ânions mais empregados são [Cl]⁻, o [BF₄]⁻ e o [PF₆]⁻. A Figura 1 apresenta alguns cátions e ânions comumente empregados.

Figura 1 - Cátions e ânions mais comumente utilizados

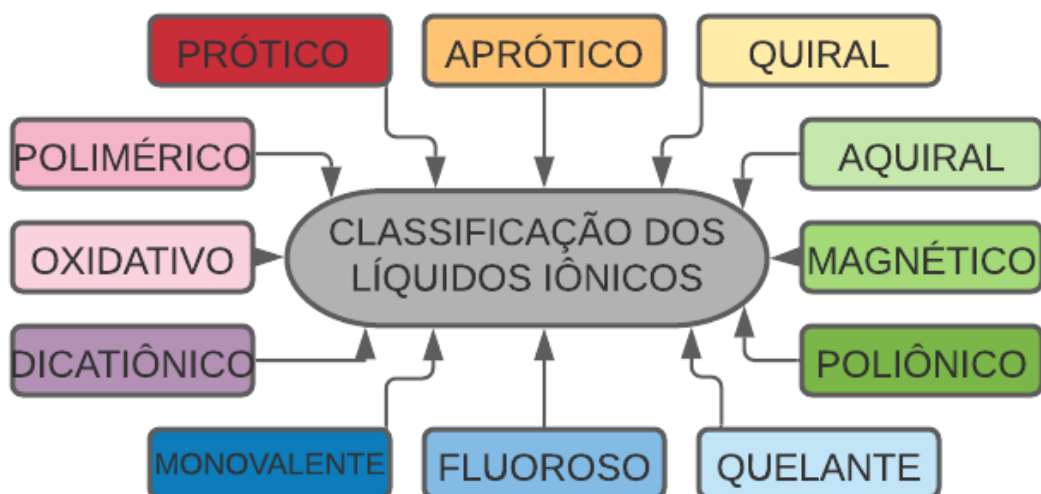


Fonte: Adaptado de DONG *et al.* (2017)

A estrutura química relaciona os diferentes tipos de LI's, classificando-os em dois grupos principais que são baseados em categorias não doadora de prótons (apróticas) e doadoras de prótons (próticas), moldando a natureza dos LI's com base nas funcionalidades catiônicas (JAVED *et al.*, 2018).

A Figura 2 apresenta as diversas classificações dos LI's, porém na literatura os mais empregados são os próticos e apróticos. Em termos estruturais a maioria dos LI's incorporam cátions de carga unitária, formados a partir de um substrato neutro, por meio da adição de H^+ ou R^+ . Portanto, a principal diferença entre os grupos consiste na presença deste átomo permutável.

Figura 2 - Classificação dos líquidos iônicos



Fonte: Adaptado de Javed *et al.* (2018)

3.1.1 Líquidos iônicos apróticos

Dentre os diversos tipos de LI's os que possuem maior simplicidade e menor custo de produção são os líquidos iônicos próticos (LIP's). Estes possuem alto grau de pureza e são sintetizados a partir da transferência de prótons em quantidades molares equivalentes de um ácido de Brønsted para uma base de Brønsted, possibilitando ser produzido para finalidades específicas. Porém, a transferência de prótons pode ocorrer de forma parcial dependendo do ácido e da base utilizada (JAVED *et al.*, 2018).

Os LIP's são característicos por possuírem um próton disponível para uma ligação de hidrogênio, capacitando para promover uma extensa ligação de hidrogênio. Devido a essa capacidade extrema de ligação de hidrogênio, Greaves e Drummond (2015) afirmam que os LIP's apresentam excelente condutividade, estabilidade, eficácia catalítica e térmica.

Devido a sua síntese fácil, baixo custo, biodegradabilidade, por estabelecer fortes ligações de hidrogênio, e maior condutividades que os líquidos iônicos apróticos, as aplicações dos LIP's em diversas áreas de engenharia têm crescido nos últimos anos.

3.1.2 Líquidos iônicos apróticos

Diferente dos LIP's os líquidos iônicos apróticos (LIA's), têm um custo elevado, possuem maior toxicidade e também não podem doar hidrogênio. São formados a partir da adição de um R^+ ao invés de um H^+ sendo comumente um grupo alquila.

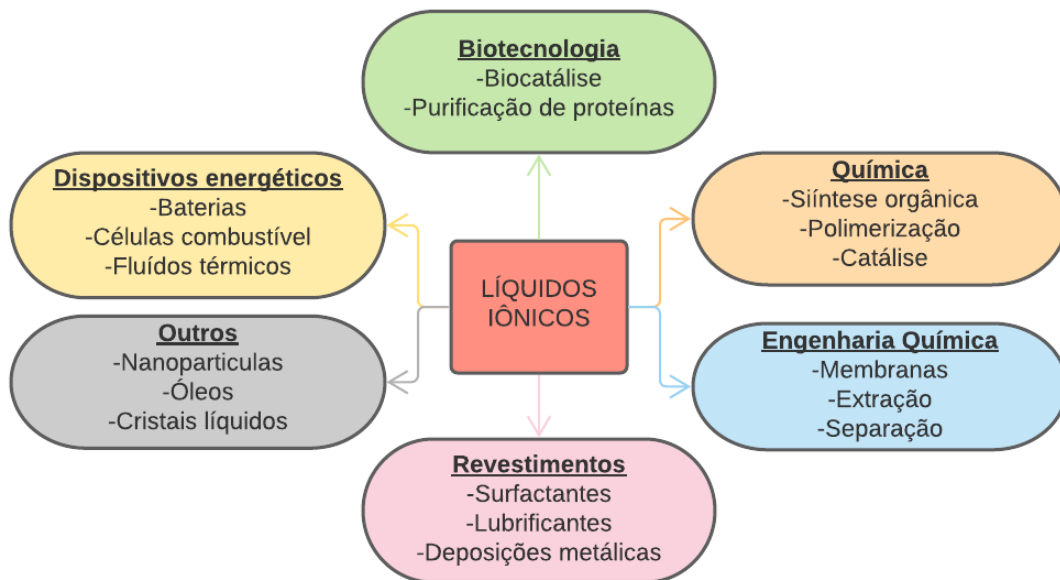
Os LIA's por sua vez, possuem uma menor volatilidade comparados aos LIP's e pelo fato de apresentarem uma baixa pressão de vapor, Gammons (2014) afirma que os LIA's são bons sistemas de modelo para o estudo de propriedades físicas. Além disso, receberam grande atenção pela comunidade científica em suas aplicações na eletroquímica e em células fotovoltaicas substituindo solventes voláteis como o acetonitrilo (WANG *et al.*, 2012).

3.2 Aplicações dos líquidos iônicos

A quantidade de combinações possíveis entre cátions e ânions para formação de LI's é bem alta, incentivando pesquisadores a irem cada vez mais longe em seus

estudos e descobertas, e aplicando seus produtos nas mais diversas áreas. A Figura 3 mostra algumas dessas áreas.

Figura 3 - Exemplo de áreas de aplicação dos líquidos iônicos



Fonte: Adaptado de Mendes (2014)

Até algumas décadas atrás suas aplicações ainda não haviam se expandido tanto, portanto, segundo Singh e Savoy (2020) suas áreas de pesquisas eram restritas à pré-extrações, polimerizações, hidrólises ácidas e esterificações.

Com o avanço da Química Verde, a utilização de LI's vem se tornando cada vez mais comum. Os LI's quando usados como solventes verdes - entende-se como solvente verde aquele que traz menor impacto ambiental durante seu ciclo de vida - são superiores aos solventes orgânicos comuns. A reciclabilidade e toxicidade dos LI's influenciam diretamente se o solvente pode ser intitulado como "verde" (SINGH; SAVOY, 2020).

Suas propriedades vêm sendo estudadas em diversas aplicações termoquímicas, com a finalidade de aumentar o rendimento e estabilidade dos produtos, sua qualidade e conseqüentemente o custo final (DASTYAR *et al.*, 2019). Foong, Wirzal e Bustam (2020) afirmam que a partir das propriedades eletroquímicas e da capacidade extratora de íons de metais pesados é possível, com o uso de líquidos iônicos, em um processo de filtração por membranas, garantir que o tratamento de soluções com metais seja eficaz.

Além da remoção de metais pesados, os LI's também podem ser usados em tratamentos de efluentes gasosos industriais. Podem atuar na remoção de compostos poluentes através da aplicação do LI's em materiais porosos e em sílica em gel, com baixo consumo energético, e contribuindo com o meio ambiente removendo os poluentes (YU *et al.*, 2021).

Algumas outras áreas de aplicação dos LI's são:

- Solventes de biopolímeros (MUHLBAUER, 2014);
- Polímeros (polyILs) (SUCKOW *et al.*, 2017);
- Catalisadores (QIAO *et al.*, 2017);

Extração e reciclagem (DUPONT; SOUZA; SUAREZ, 2015);

- Composição de materiais macios (“soft touch”) (HUANRONG LI *et al.*, 2008);
- Estudos espectroscópicos (LUNSTROOT, 2008);
- Aumento de eficiência em células solares (ZHANG *et al.*, 2015);

Essas não são todas as áreas de aplicação, e devido a esse crescimento em tais áreas, atualmente as pesquisas e publicações em revistas e periódicos só vêm aumento e se tornaram fundamentais a melhoria e compreensão dos LI's. Portanto, no próximo capítulo será abordado o crescimento nas pesquisas e publicações, justificando assim este trabalho.

4 METODOLOGIA

Dado o aumento no número de pesquisas com o passar dos anos, o intuito desse referencial bibliográfico é abordar a quantidade de registros e referenciais relacionadas aos LI's nos últimos 5 anos, para então poder inferir possíveis áreas de aplicação dos LI's voltados aos processos químicos abordados na engenharia química.

Para o desenvolvimento do Trabalho de Conclusão de Curso foi aplicado a metodologia *ProKnown-C* (*Knowledge Development Process – Construtivist*) (ENSSLIN; ENSSLIN; LACERDA, 2010), desenvolvida pelo Laboratório de Metodologias Multicritério em Apoio à Decisão (LabMCDA) constituída por um grupo de pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) que propõem um processo para selecionar referências bibliográficas por meio da bibliometria, analisando artigos e suas referências, autores e periódicos proeminentes no tema estudado .

4.1 Metodologia *ProKnown-C*

Essa metodologia de seleção de artigos consiste procedimentos sequenciais e então pode ser dividido em três etapas principais (ENSSLIN; ENSSLIN; LACERDA, 2010):

- I. Investigação preliminar;
- II. Seleção dos artigos que comporão o portfólio para pesquisa;
- III. Análise bibliométrica do portfólio de artigos para o referencial teórico em questão.

Inicialmente fixa-se o tema a ser estudado, para assim definir o eixo de pesquisa, as palavras chave que compõem cada eixo de pesquisa e as combinações de palavras chaves.

Após isso, define-se a base de dados utilizada para realizar as pesquisas com as combinações de palavras chave. Com a base de dados definida e palavras chaves e eixo de pesquisa determinados inicia-se a busca na base, criando assim o primeiro banco de artigos brutos. A partir do banco de artigos brutos (B1), exclui-se os artigos repetidos. O uso de planilhas eletrônicas simplifica a organização e análise dos artigos extraídos da base de dados.

Para verificar se existe relação entre as palavras chaves procuradas com os artigos obtidos realiza-se a leitura do resumo de cada um dos artigos, identificando se as palavras-chave estão de acordo com o tema ou se é necessário a alteração ou adição das mesmas.

Com os artigos brutos não repetidos (B2), inicia-se o alinhamento do título dos artigos com o eixo de pesquisa, com o uso de algum *software* para facilitar o estudo, nesse caso foi utilizado o Excel. Feito o alinhamento de título, exclui os artigos que não estão alinhados ao eixo de pesquisa, criando o banco de artigos não repetidos e título alinhado (B3).

Após ter definido o banco de artigos não repetidos e título alinhado obtém-se as seguintes variáveis que são essenciais para aplicação da metodologia: Quantidade de citações, representatividade desejada (a partir da Regra de Pareto), reconhecimento científico e idade do artigo.

Por último, para definir o portfólio bibliográfico é necessário identificar se todos os artigos do portfólio final está disponível na íntegra para download e leitura, caso não esteja é descartado.

A criação de um mapa mental para organização de etapas a serem seguidas durante a elaboração do trabalho encontra-se no Apêndice A.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Aplicação do método

Seguindo a metodologia utilizada no artigo base (ENSSLIN; ENSSLIN; LACERDA, 2012) define-se o eixo de estudo como: Líquidos iônicos, química verde e suas aplicações. Para iniciar a busca, foi escolhida a base de dados *Web of Science* com acesso pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Comunidade Acadêmica Federada (CAFe).

Uma vez fixada o eixo de pesquisa foi definido as palavras chave e as *wildcards* (cartas coringas) estruturando a busca dando início no processo.

As *wildcards* são caracteres utilizados na busca que substituem algumas letras na palavra chave, possibilitando fazer a busca com variações da mesma. As *wildcards* mais utilizadas são:

- ? (ponto de pergunta): tem a finalidade de alterar um caractere no local onde foi adicionado;
- \$ (cifrão): altera um ou nenhum caractere, podendo ser utilizado no final de uma palavra para fazer a busca com a palavra no plural ou singular;
- * (asterisco): utilizado para alterar um ou infinitos caracteres, podendo truncar a palavra no início e fazer uma busca mais completa;

Além das palavras chave e *wildcards*, também foi utilizado alguns operadores de busca, como OR (ou) e o AND (e) que permite combinar as palavras chave.

Um exemplo de uso de *wildcards* é com a palavra “*application*”, as possíveis variações são “*applicable*” e “*applicability*”, que poderiam simplesmente ser resumidas a “*appli**”. A busca foi feita com todas as palavras em inglês por conta de a base de dados utilizada ser a *Web Of Science*.

A pesquisa iniciou no dia 14 de março de 2022 e a Planilha 1 apresenta qual a busca definida.

Inicialmente fixa-se o tema a ser estudado, para assim definir o eixo de pesquisa, as palavras chave que compõem cada eixo de pesquisa e as combinações de palavras chaves.

Planilha 1 - Definição de busca

Data	Busca	Filtros	n. artigos
14/03/2022	(ionic* liquid\$) and(industrial application* or green chemistry or application*)	Afiliation: Brazil	586
16/03/2022	(ionic* liquid\$) and(industrial application* or green chemistry or applica*)	Afiliation: Brazil. Paper type: Article or Review	546
29/03/2022	(ionic* liquid\$) and(industrial application* or green chemistry or applica*)	Afiliation: Brazil. Paper type: Article or Review. Título alinhado ao tema.	61

Fonte: Autoria própria (2022)

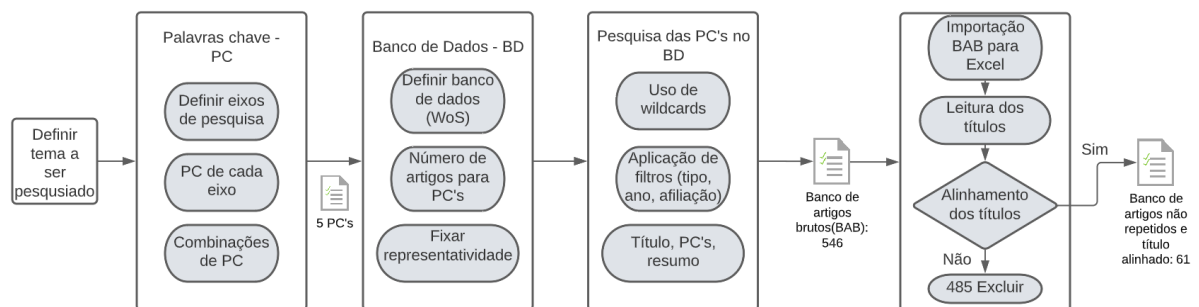
A aplicação do método foi feita em cima da pesquisa realizada no dia 16 de março de 2022, que resultou em 546 artigos para o banco de dados brutos. Os filtros utilizados foram: Afiliação: Brasil (apenas artigos publicados no Brasil) e tipo: artigo ou revisão.

Após a pesquisa exporta-se todos os 546 artigos do *Web Of Science* com seu registro completo (título, autor, ano, tipo, resumo entre outros) e referências citadas para o Excel possibilitando uma melhor análise do banco de artigos brutos.

O primeiro passo após exportar para o Excel foi analisar o alinhamento do título de cada um dos artigos com o tema de pesquisa fixado no início do trabalho, o que retornou um resultado de 61 artigos.

A Figura 4 representa o fluxograma resultante da aplicação da primeira parte da metodologia, explicitando quais passos foram seguidos e qual resultado obtido para o banco de artigos não repetidos e de título alinhado com o eixo de pesquisa.

Figura 4 - Criação do banco de artigos não repetidos e com título alinhado



Fonte: Autoria própria (2022)

Com o banco de artigos não repetidos e título alinhado, aplica-se a Regra de Pareto para determinar quais artigos tem maior relevância. De acordo com a Lei de Pareto 80% da riqueza estava concentrada em 20% da população (NEVES, 2016).

Portanto, é válido aplicar pensar que segundo a Lei de Pareto 80% das consequências advém de 20% das causas. Partindo do mesmo pensamento no estudo da bibliometria, 80% das citações acumuladas são causadas aproximadamente por 20% dos artigos. Com o uso do Excel, calculou-se a porcentagem acumulada que resultassem em 80% das citações com a finalidade de selecionar os artigos que correspondiam a Regra de Pareto.

A planilha apresentada no Apêndice B foi criada para determinar os artigos que estão alinhados com a Regra de Pareto, retornando 19 artigos com o mínimo 39 citações. A partir dos 19 artigos cria-se uma nova planilha, o banco de autores (BA). Os autores presentes nos 19 artigos são responsáveis por 80% das citações, permitindo assim analisar novamente artigos que não foram considerados na regra caso tenha participação de alguns autores do BA.

Com o banco de autores criado, filtra-se quais artigos são recentes (considerando artigos publicados a partir de 2018) obtendo um total de 18 artigos. O artigo somente é aprovado na repescagem caso tenha sido publicado por algum autor presente no banco de autores com artigos altamente citados, ou seja, com reconhecimento científico que totalizaram mais 10 artigos.

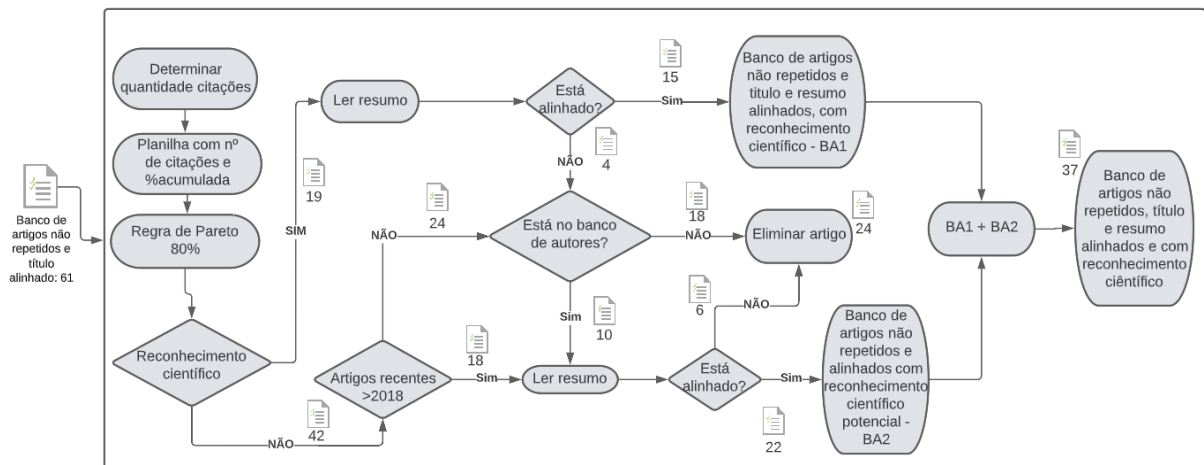
Observa-se na Figura 5 um fluxograma representando todas as etapas posteriores a definição do banco de artigos não repetidos e título alinhado. Nota-se que dos 61 artigos presente nesse banco 15 deles compõem o banco de artigos não repetidos, título e resumo alinhados e com reconhecimento científico (BA1), 22 compõem o banco de artigos não repetidos e alinhados com reconhecimento científico potencial (BA2). Os 24 restantes são eliminados por não serem recentes ou não estarem alinhados com o título ou não ter um possível reconhecimento científico.

Os dois bancos de artigos finais são unidos (BA1 e BA2) formando o banco de artigos não repetidos, título e resumo alinhado com o texto e com reconhecimento científico (BA3), totalizando 37 artigos.

Dos 37 artigos resultantes apenas 5 não estão disponíveis na íntegra sendo excluídos pelo último passo do método.

A partir dos 32 artigos não repetidos, título e resumo alinhados, com reconhecimento científico e disponíveis na íntegra, apresentado nos Apêndice C e D, foi coletado dados (autores e co-autores, citações e co-citações, palavras-chave, entre outros) a partir do *Web of Science* para fazer o estudo de quais áreas são mais pesquisadas, quais autores mais colaboraram com o assunto, estudos temporais comparando palavras-chave entre outros.

Figura 5 - Banco de artigos não repetidos, título e resumo alinhado com o texto e com reconhecimento científico



Fonte: Autoria própria (2022)

Para a realização foi utilizado o *software VosViewer*. Esse *software* foi criado pelo Centro de Estudos de Ciência e Tecnologia da Universidade de Leiden na Holanda e permite a criação e visualização de redes bibliométricas que podem ser construídas com base em número de citações, co-citações ou coautorias, também identificar a co-ocorrência de termos importantes (palavras-chave).

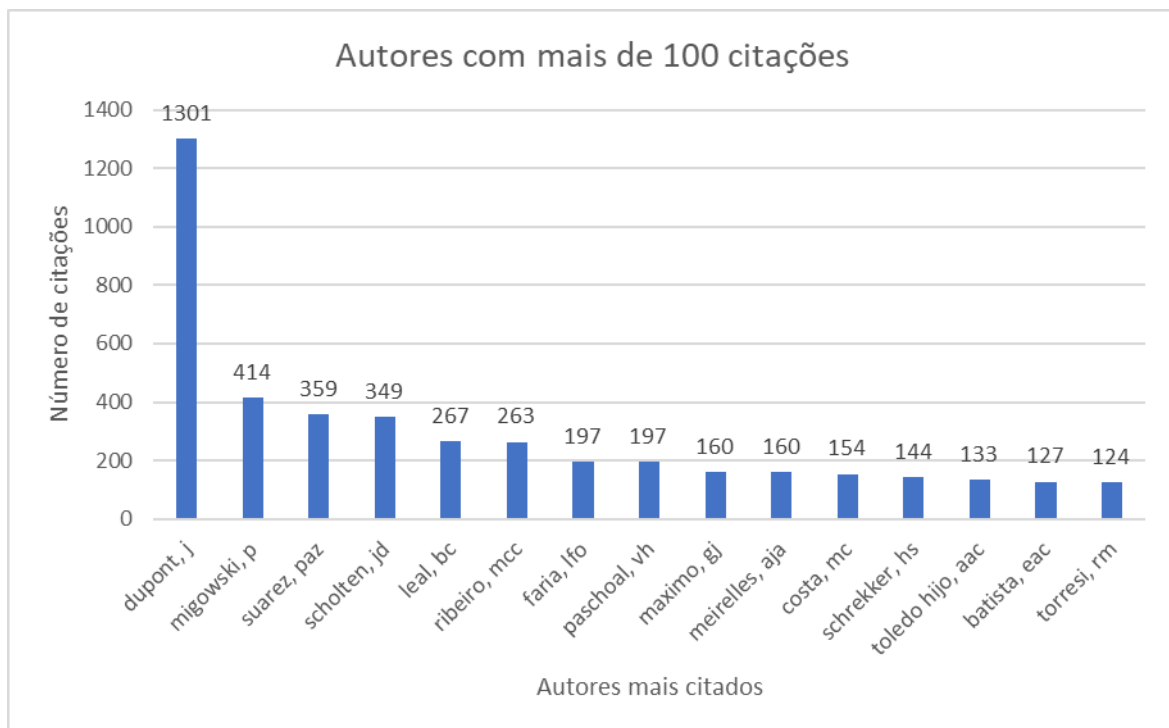
A partir do registro completo de todos os artigos que compõe o repositório final do trabalho extraído do *Web of Science* para o *VosViewer* é possível fazer comparações de palavras chave com quantidade de citações ou com número de documentos. Também é possível fazer com autores.

O estudo de co-autoria mostra quantas vezes o autor participou de outros trabalhos, mas não como autor principal, além disso a co-citação mede o grau de ligação de dois ou mais artigos, pelo número de documentos onde esses artigos são citados simultaneamente (MARSHAKOVA, 1981), ou seja, relacionar a similaridade de conteúdo entre dois ou mais artigos.

Com todas as informações dos 32 artigos do banco de artigo final recolhidas é possível fazer diversas análises a partir do *VosViewer*. O banco de artigo final (BAF) resultou em 545 palavras-chave e 242 autores. A partir do Gráfico 1, nota-se quais autores foram os mais citados, quantos documentos foram publicados e quantas citações cada um deles também recebeu, em forma de gráfico de barras. Os dados apresentados no gráfico foram extraídos dos registros dos artigos que compõem o portfólio à partir do *Web of Science* para o *Excel*.

Os autores presentes no gráfico representam os autores com mais de 100 citações. Nota-se que Jairton Dupont (“dupont, j” no gráfico) tem o maior número de documentos publicados relacionados ao assunto de busca e também o maior número de citações em seus trabalhos, mostrando ser o autor com maior presença e contribuição no assunto.

Gráfico 1 - Número de citações x Autores



Fonte: Autoria própria (2022)

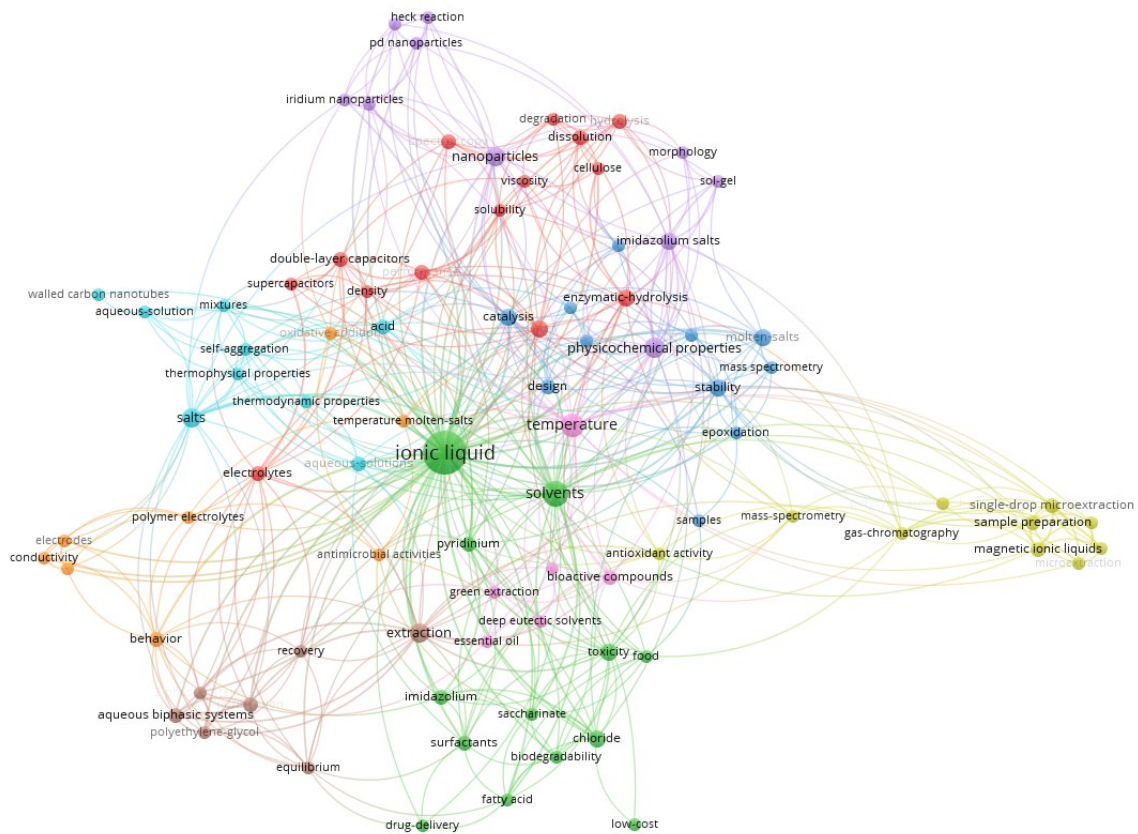
Além dos autores, palavras relacionadas as palavras-chave do tema de pesquisa permitem analisar quais temas de pesquisas foram estudados há mais tempo e quais são mais recentes, indicando áreas onde o interesse tem sido maior

recentemente. A imagem abaixo representa uma rede bibliométrica em função das palavras relacionadas as palavras-chaves.

A Figura 6 apresenta a primeira rede bibliométrica do trabalho. O centro da representação se dá em torno dos líquidos iônicos (representado na figura como “*ionic liquid*”) expondo quais termos relacionados tiveram a maior quantidade de citações.

Portanto o *Vosviewer* permite simular diversos cenários. A seguir serão apresentadas algumas das diferentes combinações que foram utilizadas na elaboração do trabalho.

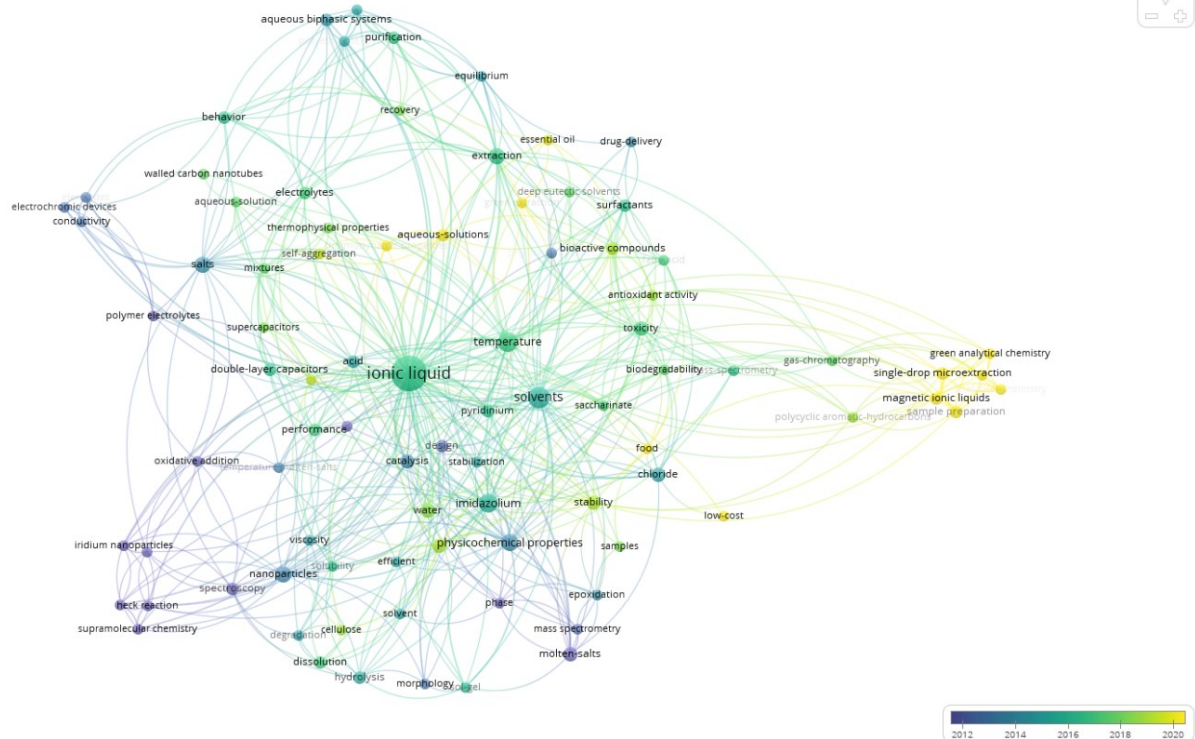
Figura 6 - Rede bibliométrica dos líquidos iônicos e palavras relacionadas



Fonte: Autoria própria (2022)

A Figura 7 revela quais assuntos tiveram maior relação com o eixo de pesquisa em função do tempo, podendo essa busca ser personalizada da forma que o pesquisador desejar. Nesse caso, definida de 2012 a 2020, possibilitando compreender quais áreas detinham de maior interesse em cada ano representado, permitindo a análise de quais áreas se desenvolveram mais.

Figura 7 - Principais assuntos relacionados entre 2012 e 2020



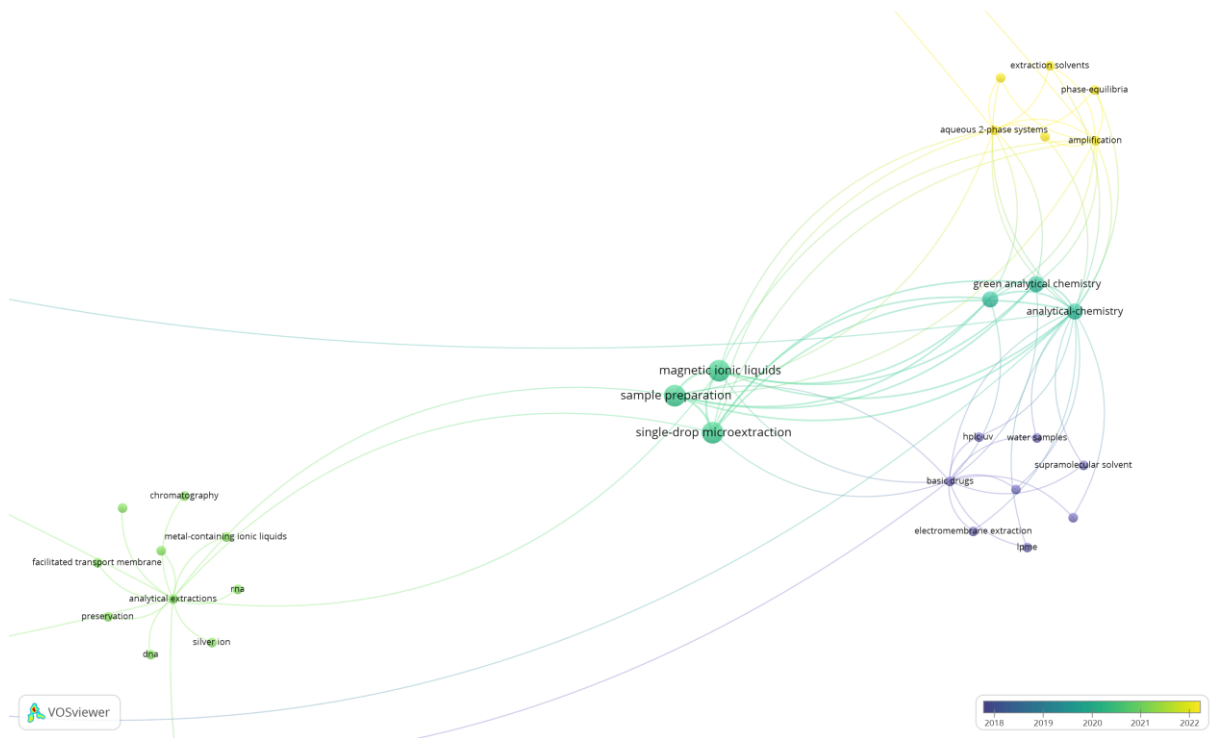
Fonte: Autoria própria (2022)

A Figura 8 representa uma fração da rede bibliométrica apresentada na Figura 7, onde observa-se alguns temas abordados no período de 2018 a 2022 (últimos 5 anos), possibilitando definir quais temas de pesquisa tem sido mais pesquisados e tem maior potencial de desenvolvimento no curto prazo.

Observa-se áreas como cromatografia gasosa e mássica, separação de gases, líquidos iônicos magnéticos, química verde, extração e micro extração de solventes, equilíbrio de fases e sistemas aquosos bifásicos.

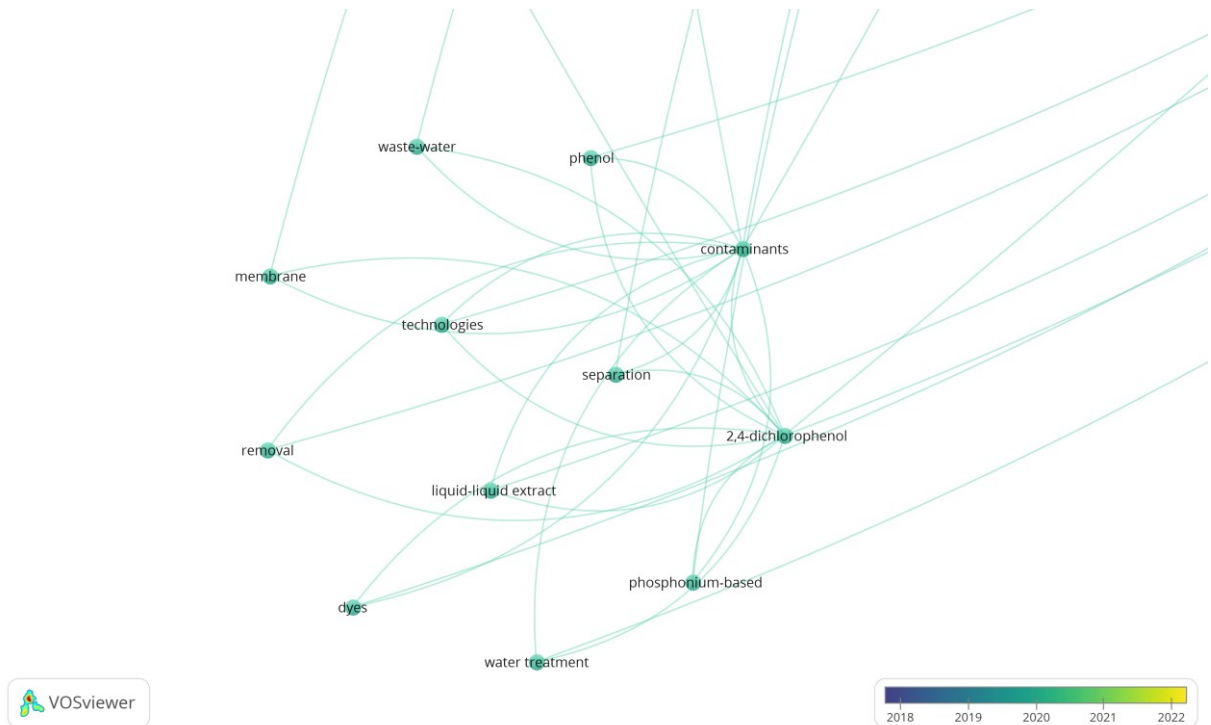
As Figuras 9, 10 e 11 representam a pesquisas relacionadas aos líquidos iônicos aos anos 2020, 2021 e 2022, respectivamente. Em 2020 aparece por exemplo: separação, remoção, membranas, tratamento de água, extração líquido-líquido e contaminantes. Já em 2021 observa-se alguns avanços em determinados assuntos como adsorção em solução aquosa, tensoativos catiônicos e aniônicos e polimerização por exemplo. Por fim, até o presente momento em 2022: nano estruturas, espelhamento e principalmente proteínas como a lisozima. Foi inserido fundo escuro para melhor visualização, no fundo claro as linhas desaparecem.

Figura 8 – Áreas de maior interesse de 2018 a 2022



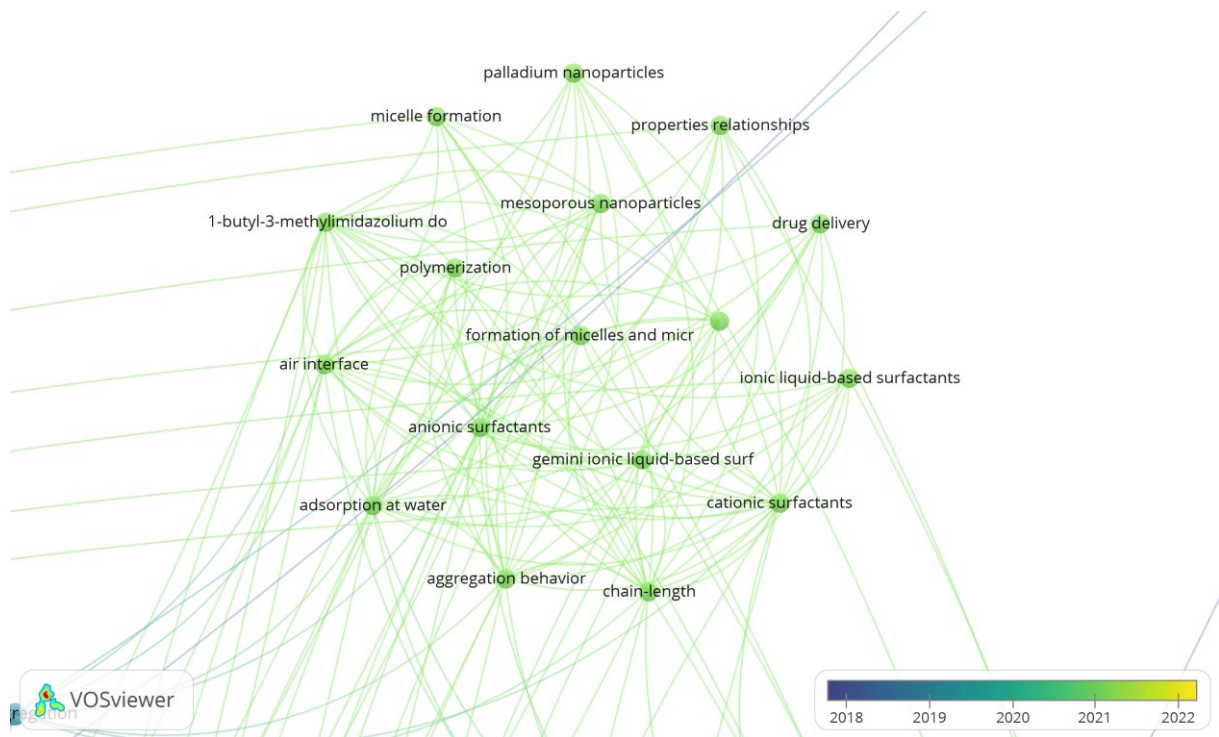
Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 9 - Fração da rede bibliométrica representando o ano de 2020



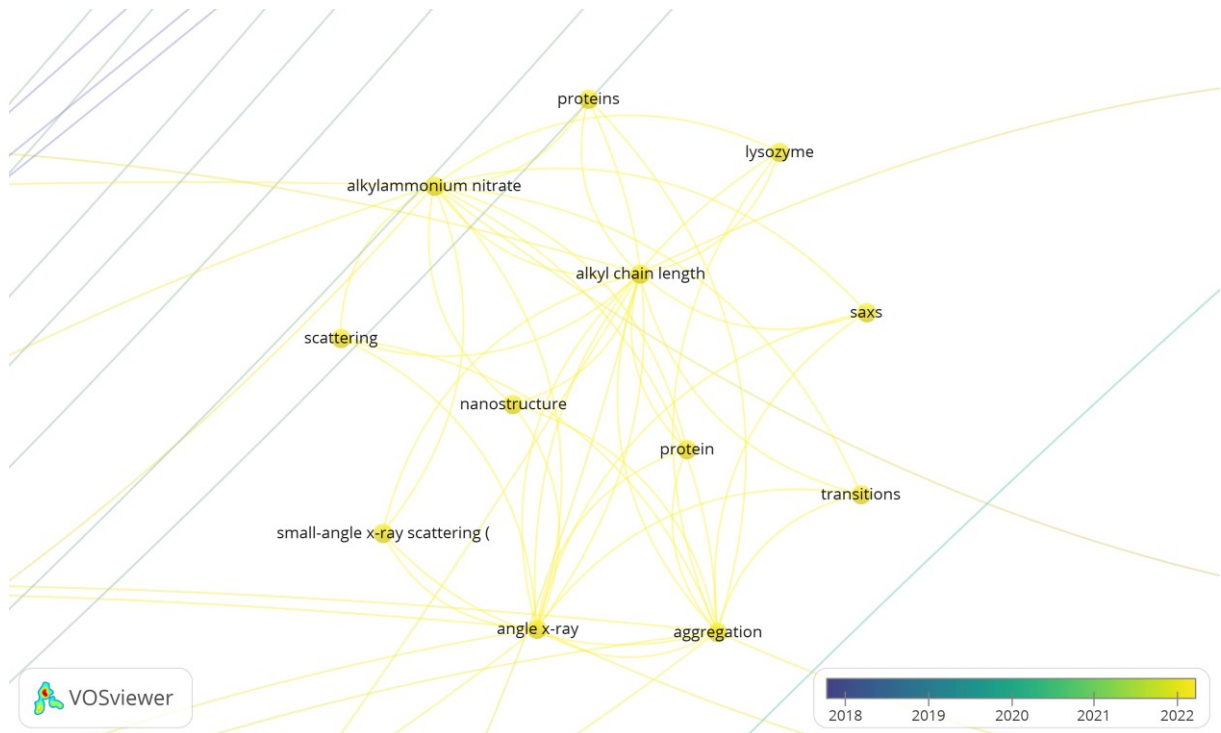
Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 10 - Fração da rede bibliométrica representando o ano de 2021



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 11 - Fração da rede bibliométrica representando o ano de 2022



Fonte: Autoria própria (2022)

6 CONCLUSÕES

Devido a ampla gama de LI's e suas propriedades particulares como a baixa toxicidade, baixa inflamabilidade, alta condutividade iônica e estabilidade eletroquímica, viscosidade e seu baixo ponto de fusão, os LI's são uma alternativa viável para substituir solventes orgânicos. Por conta da sua vasta aplicabilidade e crescimento foi realizado esta análise bibliométrica para compreender quais são as áreas de maior interesse recentemente.

A partir do portfólio final, elaborado a partir de palavras-chave e filtros pré-definidos foi realizada a análise por meio dos dados extraídos do *Web of Science* para o Excel, foi encontrado 31 artigos que serviram como base para identificar as áreas relevantes de aplicação.

Contudo, a partir da aplicação da metodologia *ProKnown-C* e utilização do *software VosViewer* foi possível fazer um levantamento bibliométrico sobre os líquidos iônicos, usando diversas variáveis e suas combinações para a obtenção de redes bibliométricas ou mapas de calor para determinar áreas com potencial de pesquisa, autores influentes no assunto e também fazer análise temporal comparando a evolução das linhas de pesquisas utilizada desde o surgimento dos LI's.

Por se tratar de um *software* gratuito o *VosViewer* torna-se interessante e disponibiliza dezenas de análises para estudos bibliométricos, tornando possível a aplicação de outras metodologias de seleção de artigos.

Portanto a aplicação da metodologia em conjunto com o *software* demonstra que é possível inferir áreas de pesquisa com potencial de crescimento na engenharia e também quais não são tão relevantes. A partir das imagens apresentadas no decorrer do trabalho, nos dois últimos anos, nota-se o interesse em nano estruturas, proteínas, extração e remoção, tratamento de água e separação. Identificando assim possíveis áreas da engenharia com potencial de crescimento e evolução dos LI's em um curto prazo.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, A. C. L. Síntese de líquidos iônicos em biomoléculas e sua aplicação na formulação de filmes de amido. 2018. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Bacharelado em Química, Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2018.

CRUZ, I. K. F.; ABREU, D. C.; LIMA, T. J. Abordagem da química ambiental nas provas do Enem. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 56345-56349, 2020.

DASTYAR, W.; ZHAO, M.; YUAN, W.; LI, H.; TING, Z. J.; GHAEDI, H.; YUAN, H., LI, X.; WANG, W. Effective pretreatment of heavy metal-contaminated biomass using a low-cost ionic liquid (Triethylammonium Hydrogen Sulfate): optimization by response surface methodology – box Behnken design. **American Chemical Society: Sustainable Chemistry e Engineering**, v. 7, n. 13, p. 11571 – 11581, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b01457>. Acesso em: 11 mar. 2021.

DONG, K. et al. Multiscale Studies on Ionic Liquids. **Chemical Reviews**, v. 117, n. 10, p. 6636–6695, 2017.

DUPONT, J.; SOUZA, R. F. DE; SUAREZ, P. A. Z. Ionic Liquid (Molten Salt) Phase Organometallic Catalysis Ionic Liquid (Molten Salt) Phase Organometallic Catalysis. n. JANUARY 2003, 2015.

ENSSLIN, S.; ENSSLIN, L.; LACERDA, R. **Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho**. Gestão de Produção, São Carlos, ano 2012, v. 19, p. 59-78, 28 mar. 2012. DOI <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2012000100005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/sKh5wfCCGv68fdRP8GStLXC/?lang=pt>. Acesso em: 15 mar. 2022

ENSSLIN, L. et al. **ProKnow-C, knowledge development process - constructivist**. Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. 2010a.

FARIA , C. C.; SILVA, M. L. da. **Estudo sobre as propriedades anti-corrosivas de líquidos iônicos utilizados na produção de biocombustíveis**. 2017. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017.

FOONG, C. Y.; WIRZAL, M. D. H.; BUSTAM, M. A. A review on nanofibers membrane with amino-based ionic liquid for heavy metal removal. **Journal of Molecular Liquids**, v. 297, n. 111793, jan. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.111793>. Acesso em: 17 abr. 2021.

GAMMONS, R. J. **Optimising the Pre-treatment Effects of Protic Ionic Liquids on Lignocellulosic Materials**. 2014. Tese (Doutorado em Química). University of York, York.

GREAVES, T. L.; DRUMMOND, Calum J. **Protic Ionic Liquids: Evolving Structure – Property Relationships and Expanding Applications.** *Chemical reviews*, [S. l.], v. 115, 2015. DOI: 10.1021/acs.chemrev.5b00158.

HUANRONG LI, H.S., YIGE WANG, DASHAN QIN, BINYUAN LIU, WENJUN ZHANG AND WEIDONG YAN. Soft material with intense photoluminescence obtained by dissolving Eu₂O₃ and organic ligand into a task-specific ionic liquid. *Chem. Commun.*, p. 5209–5211, 2008.

JAVED, F.; ULLAH, Faheem; ZAKARIA, Muhammad Razlan; AKIL, Hazizan Md. **An approach to classification and hi-tech applications of room-temperature ionic liquids (RTILs): A review.** *Journal of Molecular Liquids*, [S. l.], v. 271, p. 403–420, 2018. DOI: 10.1016/j.molliq.2018.09.005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2018.09.005>.

LUNSTROOT, K. **Spectroscopy of Lanthanides in Ionic Liquids.** [s.l: s.n.].2008.

MACFARLANE, D.; KAR, M.; PRINGLE, J. An Introduction to Ionic Liquids. In: **Fundamentals of Ionic Liquids.** Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2017. p. 1–25.

MARSHAKOVA, I. V. Citation networks in information science. *Scientometrics*, [s.l.], v.31, n.1, p.13-16, 1981.

MENDES, J. P. S. **Aplicações de líquidos iônicos como eletrólitos.** 2014. Dissertação (Mestrado em Técnicas de de Caracterização e Análise Química) - Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2014.

MÜHLBAUER, A. **Synthesis and physicochemical characterization of novel biocompatible ionic liquids for the solubilization of biopolymers.** n. December, p. 1–286, 2014.

NEVES, B.R.C. **Aplicações de líquidos iônicos como eletrólitos: Características do Princípio de Pareto no Setor Bancário Brasileiro.** 2016. Monografia (Bacharelado em Ciências Contábeis) - Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

PICCOLI, V. **Estudo da solvatação de proteínas por líquidos iônicos usando funções de distribuição de mínima-distância.** 2020. 97f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020.

PLECHKOVA, N. V.; SEDDON, Kenneth R.. Applications of ionic liquids in the chemical industry. *Chemical Society Reviews*, Usa, v. 37, n. 1, p.123-150, jan. 2008.

QIAO, Y. et al. **Temperature-Responsive Ionic Liquids**: Fundamental Behaviors and Catalytic. *Chem. Rev.* v. 117, p. 6881-6928, 2017.

SINGH, S. K.; SAVOY, A. W.; Ionic liquids synthesis and applications: An overview. **Journal of Molecular Liquids**, v. 297, n. 112038, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.112038>. Acesso em: 14 mar. 2020.

SUCKOW, M. et al. Synthesis of polymeric ionic liquids with unidirectional chain topology by AB step growth polymerization. **Polymer (United Kingdom)**, v. 111, p. 123–129, 2017.

WANG, M; GRÄTZEL, C; ZAKEERUDINN, S; GRÄTZEL, M. Recent developments in redox electrolytes for dye-sensitized solar cells. **Energy & Environmental Science**, v. 5, n. 11, p. 9394-9405, Nov 2012.

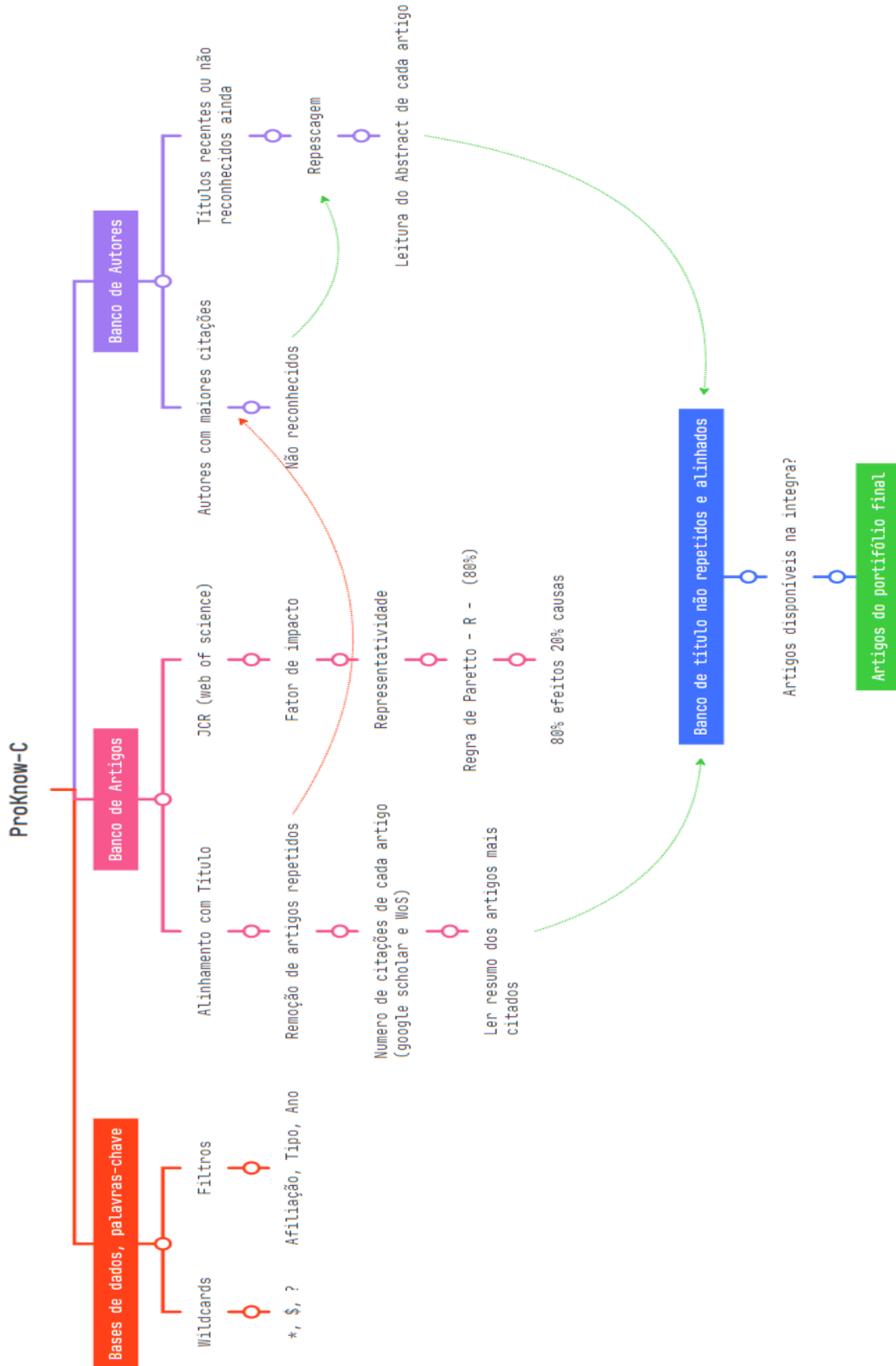
WALTRICH, N.; WALTRICH, Lissandra. **Líquidos iônicos como extratores verdes para a obtenção de compostos bioativos de fontes vegetais**. 2020. Dissertação (Seminário de Iniciação Científica de Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

WELTON, T. Ionic Liquids: a brief history. **Biophysical Reviews**, v. 10, p. 691- 706, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12551-018-0419-2>. Acesso em: 14 mar. 2021.

YU, M.; ZENG, S.; NIE, Y.; ZHANG, X.; ZHANG, S. Ionic liquid-based adsorbents in indoor pollutants removal. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, v. 27, n. 100405, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2020.100405>. Acesso em: 18 abr. 2021.

ZHANG, J. et al. Ultrahigh ionic liquid content supramolecular ionogels for quasi-solid-state dye sensitized solar cells. **Electrochimica Acta**, v. 165, p. 98–104, 2015.

APÊNDICE A - Mapa Mental utilizado para organização das etapas a serem seguidas durante a elaboração do trabalho



APÊNDICE B - Planilha de Aplicação da Regra de Pareto

Identificad	AU	TI	TC	Citações	% Citaçõ	%Acumulada Cit.	Reconhecido (Pareto)
39	El Seoud, C	Applicati		584	18,2%	18,2%	1
14	Migowski,	Catalytic		384	12,0%	30,2%	1
34	Dupont, J;	Physico-c		359	11,2%	41,4%	1
11	Scholten, J	Transitio		263	8,2%	49,5%	1
30	Paschoal, V	Vibratori		195	6,1%	55,6%	1
37	Hijo, AACT;	Applicati		96	3,0%	58,6%	1
16	Schrekker,	Preparat		75	2,3%	61,0%	1
27	Neto, BAD;	Organoir		75	2,3%	63,3%	1
20	Iglesias, M;	Bronsted		72	2,2%	65,5%	1
59	Nicolau, BC	Room Te		60	1,9%	67,4%	1
50	Benvenuti	Which is		57	1,8%	69,2%	1
33	Prechtl, M;	Applicati		52	1,6%	70,8%	1
40	Rennie, AJ	Ether-Bo		52	1,6%	72,4%	1
44	Santos, AG	Toxicity c		48	1,5%	73,9%	1
31	Martins, VL	Ionic liqu		47	1,5%	75,4%	1
42	Donato, RK	The mult		43	1,3%	76,7%	1
3	Costa, SPF;	The aqua		40	1,2%	78,0%	1
12	Neto, BAD;	The Impr		40	1,2%	79,2%	1
21	Leones, R;	Novel po		39	1,2%	80,4%	1
36	Ribeiro, BD	Ionic Ligu		38	1,2%	81,6%	0
10	Dupont, J;	On the st		35	1,1%	82,7%	0
49	Fileti, EE;	C Imidazol		34	1,1%	83,8%	0
46	Martins, PL	Can ionic		33	1,0%	84,8%	0
43	Carasek, E;	A recent		31	1,0%	85,8%	0
25	Soares, BG	Ionic liqu		30	0,9%	86,7%	0
45	Hijo, AACT;	Phase Be		29	0,9%	87,6%	0

APÊNDICE C - Planilha representante do portfólio final de artigos

AU	TI	AB	Citações	% Cit	%Acumulada C ²	Reconhecido (Parete)	Recente	Repesagem (BA)	Selecionados	AlinhadoAbstract ²	Disponível na integr ²
El Seoud, OA; Koschella, A; Migowski, P; Dupont, J; Suarez, PAZ	Applications of ionic liquids in carbohydrate chemistry: A window of nanoparticles in imidazolium ionic liquids	Ionic liquids (ILs) are composed only of ions. Of Metal nanoparticles (MNPs) with a small Among the various properties exhibited by	584	18,2%	18,2%	1	0	0	1	1	1
Scholten, JD; Leal, Paschoal, VH; Faria, LFO; Ribeiro, Hijo, AACT; Maximo, GJ; Costa, Benvenuti, L; Zielski, AAF; Precht, MHG; Scholten, JD; Netto, Rennie, AJR; Sanchez-Ramirez, Santos, AG; Ribeiro, BD; Martins, VL; Torresi, RM; Donato, RK; Matejka, L; Costa, SPF; Pinto, PCAG; Saraiva, Neto, BAD; Spencer, J; Ribeiro, BD; Coelho, MAZ; Dupont, J; Meneghetti, MR; Hijo, AACT; Maximo, GJ; Costa, Maximo, GJ; Santos, RBN; Martins, VL; Rennie, AJR; Donato, KZ; Matejka, L; Mauler, Skronski, E; Fernandes, M;	Transition Metal Nanoparticle Catalysis in Ionic Liquids Vibrational Spectroscopy of Ionic Liquids has continued use as a ionic liquids (ILs) have been extensively used in Background: Bioactive compounds have been Here we present the state-of-the-art for asymmetric Electrochemical Capacitors (ECs) are Considering the potential applications of ionic liquids ionic liquids are liquids containing solely ions This work addresses the use of ionic liquids (ILs) as ionic liquids (ILs), also known as liquid Some of our contributions to the development of Ionic Liquids as Additives for Extraction Extracts from plant tissue are a rich source of lead Doubtless ionic liquids Protic ionic liquids (PILs) have emerged as promising Protic ionic liquids (PILs) based on lipidic Improved Performance of Ionic Liquid Supercapacitors by using Recent Applications of Ionic Liquids in the Sol-Gel Process for Polymer-Silica Use of phosphonium ionic liquids for highly efficient extraction of phenolic	359	11,2%	41,4%	1	0	0	0	1	1	1
			263	8,2%	49,5%	1	0	0	1	1	1
			195	6,1%	55,6%	1	0	0	1	1	1
			96	3,0%	58,6%	1	0	0	1	1	1
			57	1,8%	69,2%	1	0	0	1	1	1
			52	1,6%	70,8%	1	0	0	1	1	1
			52	1,6%	72,4%	1	0	0	1	1	1
			48	1,5%	73,9%	1	0	0	1	1	1
			47	1,5%	75,4%	1	0	0	1	1	1
			43	1,3%	76,7%	1	0	0	1	1	1
			40	1,2%	78,0%	1	0	0	1	1	1
			40	1,2%	79,2%	1	0	0	1	1	1
			38	1,2%	81,6%	0	0	1	1	1	1
			35	1,1%	82,7%	0	0	1	1	1	1
			29	0,9%	87,6%	0	0	1	1	1	1
			27	0,8%	89,3%	0	0	1	1	1	1
			24	0,7%	91,7%	0	0	1	1	1	1
			20	0,6%	93,6%	0	0	1	1	1	1
			18	0,6%	94,8%	0	0	1	1	1	1

APÊNDICE D - Continuação da planilha representante do portfólio final

AU	TI	AB	Citações	% Cit	% Acumulada C*	Reconhecido (Pareto)	Recente	Repesagem (BA)	Selecionados	Alinhado/Abstract	Disponível na íntegra
Mesquita, LMD;	Ionic Liquid-Mediated Recovery of	In this work, a process for									
Martins, M;	Carotenoids from the Baccharis gasipaes	the extraction and	18	0,6%	95,3%	0	1		1	1	1
Kuhn, B; Osmani,	Dicationic imidazolium-based	Dicationic ionic liquids									
BF; Heinen, TM;	dicarboxylate ionic liquids:	have been attracting	15	0,5%	95,8%	0	1		1	1	1
Neto, MJ; Leones,	Ionic liquids for solid-state electrolytes	The aim of this work was to									
R; Sentanin, F;	and electro-synthesis	demonstrate that ionic	15	0,5%	96,3%	0	0	1	1	1	1
Donato, KZ;	Ionic liquids as dynamic templating	This work presents a									
Donato, RK;	agents for sol-gel silica systems:	detailed investigation	15	0,5%	96,7%	0	0	1	1	1	1
El Seoud, OA;	Ionic Liquid-Based Surfactants: Recent	The impetus for the									
Keppeler, N;	Advances in Their Syntheses, Solution	expanding interest in ionic	14	0,4%	97,2%	0	1		1	1	1
da Silva, BA;	Electrospinning of cellulose using ionic	Electrospun materials are									
Cunha, RD;	liquids: An overview on processing and	highly porous nonwoven	8	0,2%	98,7%	0	1		1	1	1
da Silva, VD;	imidazolium ionic liquid compatibilizers	Carbon black (CB) is									
Jacobi, MM;	in melt-blended styrene-butadiene	commonly used as filler in	8	0,2%	99,0%	0	1		1	1	1
Varona, M; Eor, P;	Metal-containing and magnetic ionic	Metal-containing ionic									
Neto, LCF; Merib,	liquids in analytical extractions and gas	liquids (MCLs) and	2	0,1%	99,9%	0	1		1	1	1
Alves, MS;	An overview of magnetic ionic liquids:	Remarkable progress has									
Ferreira, LC;	From synthetic strategies to applications	been achieved in the	0	0,0%	100,0%	0	1		1	1	1
Fernandes, DR;	Overview of the Use of Ionic Liquids for	Some countries, including									
Evangelista, BDV;	Fractionation and Transformation of	Brazil, are investing more	0	0,0%	100,0%	0	1		1	1	1
Ferrari, FA;	The role of ionic liquid pretreatment and	The use of lignocellulosic									
Nogueira, GP;	recycling design in the sustainability of a	(LC) materials, especially	0	0,0%	100,0%	0	1		1	1	1