

A Técnica de LIBS no Aproveitamento Sustentável de Escórias de Siderúrgicas do Rio de Janeiro para a Produção e Caracterização de Novos Materiais Vítreos

Eliel Eleutério Farias^(a,b), Elvis Lopez Meza^(a), Alexandre Mello^(a), Munique Eva Paiva de Araujo^(c), Ladário da Silva^(c) e Fabio de Oliveira Borges^(d)

(a) Laboratório de Laser, Fotônica e Plasma Aplicado / COMAN, CBPF, RJ, Brasil

(b) Laboratório de Plasma e Espectroscopia Atômica / Departamento de Física, UFRR, Roraima, Brasil

(c) Laboratório Multiusuário de Caracterização de Materiais / Departamento de Física, ICEx-UFF, RJ, Brasil

(d) Laboratório de Plasma / Instituto de Física, UFF, RJ, Brasil

*eliel@cbpf.br ou eliel.eleuterio@ufr.br

INTRODUÇÃO

A execução deste Projeto se justifica devido a grande demanda para destinação de resíduos proveniente de diferentes produções industriais, tais como: siderurgia (produção do aço); construção naval (descomissionamento de navios e plataformas) e extração de minérios. As ordens de grandeza dos rejeitos são de milhões de toneladas, e seu reuso possui grande potencial financeiro [1,2]. Há direcionamento específico para este tema e seus impacto jurídico estão previsto na Lei No 12.305 de 2 de agosto de 2010 que define um gerenciamento de resíduos sólidos descartados, provenientes das atividades humanas.

O projeto em andamento no CPBF visa dar continuidade ao estudo de vidros produzidos agregando escórias de siderurgia [3,4]. As caracterizações destes vidros ocorrerão como emprego de técnicas ópticas de interesse, entre elas a técnica *Laser Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS).

OBJETIVOS

Propomos sintetizar e analisar vidros agregando a este vidro diferentes percentuais de escórias oriundas da produção de aço de Siderúrgicas. Além da caracterização, também objetivamos realizar ensaios de toxicidade e resistência ao ataque químico.

METODOLOGIA



Escória de Siderurgia

Foto: <https://diariodorio.com/cst-e-mulada-por-montanha-de-escoria-que-ameca-abastecimento-do-rio-de-janeiro/> em 06 / 10 / 2022



Escória deste projeto

Foto: Munique Eva Paiva de Araujo [2]



Amostras Produzidas

Foto: Munique Eva Paiva de Araujo [2]

Tabela 01: Composição das diferentes escórias deste projeto

Tipo de Escória	Composição									
	FeO	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	TiO	Mn	S	-	-
Alto Forno & Siderita										
Media (%)	0,43	42,61	10,55	37,81	6,62	0,56	0,30	1,08	-	-
Sidercal	FeT	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	P ₂ O ₅	MnO	S	C	-
Media (%)	31,74	41,78	3,83	13,38	4,29	0,52	1,39	0,74	2,19	-
Aciaria	FeO	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	P ₂ O ₅	MnO	S	Fe	TiO ₂
Media (%)	22,03	51,59	0,32	10,28	11,39	2,95	3,89	0,01	17,18	0,44

* Fornecido pela ArcelorMittal - # Fornecido pela CSN - ¹FeT = Ferro Total (FO; Fe₂O₃, etc...); ²BAS = basicidade da escória;

RESULTADOS & DISCUSSÕES

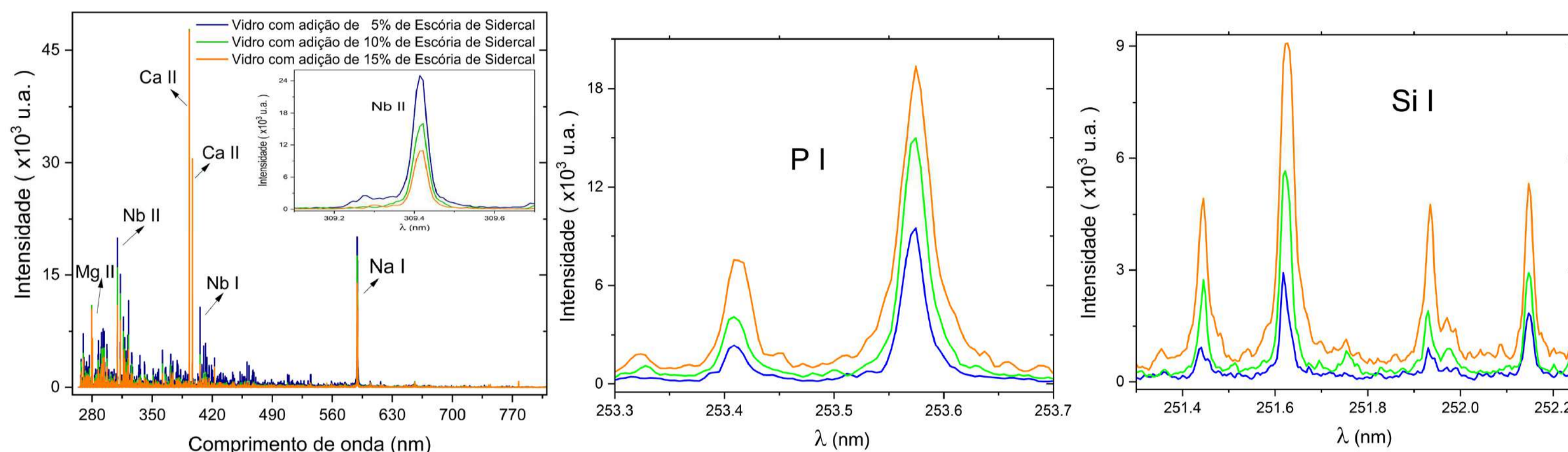


Figure 04: Espectro atômico de emissão dos vidros de hexametafostato de sódio alcalino agregando escórias Sidercal

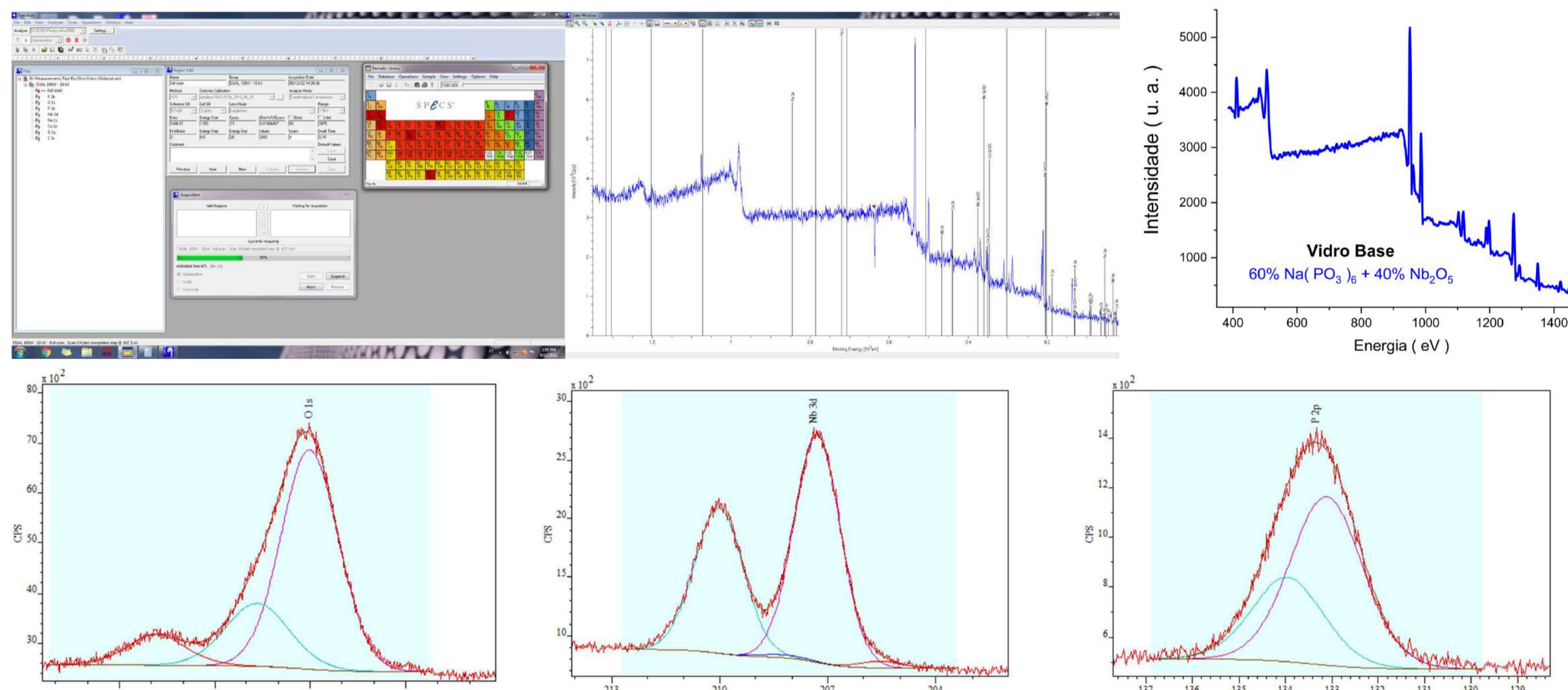


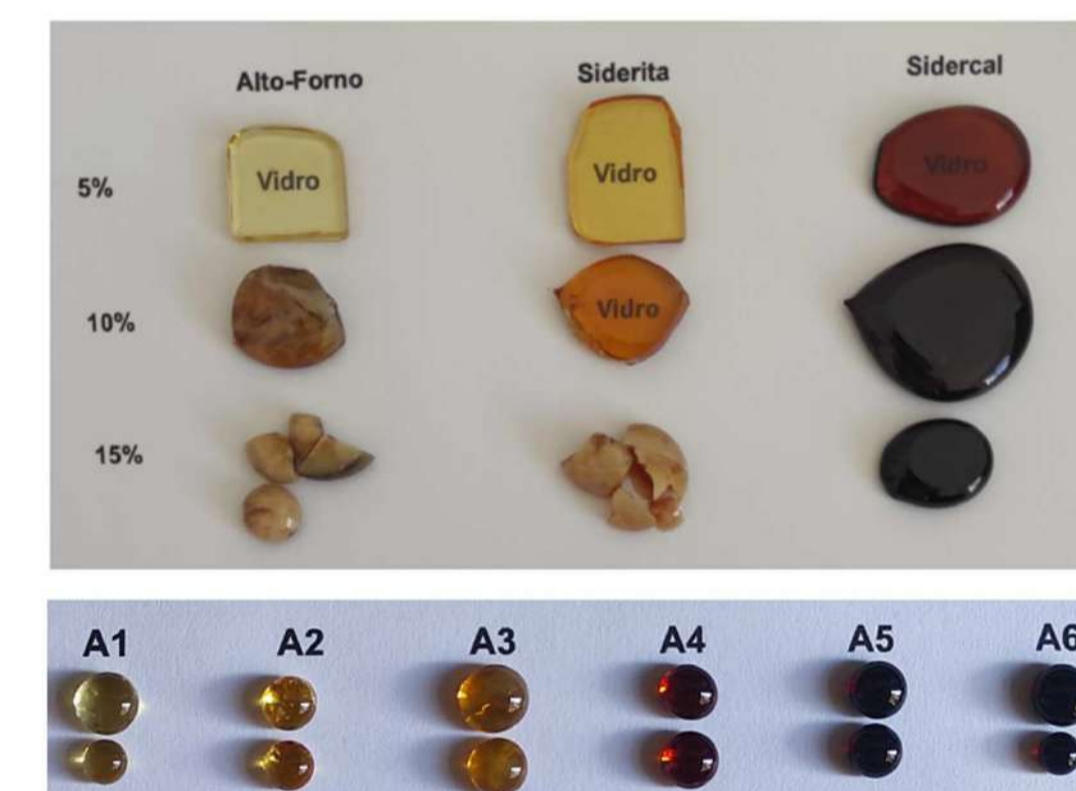
Figura 05: Espectro de fotoneletrons excitados por raios-x de amostras deste projeto.

Tabela 03: Resultados da análise da superfície por XPS do vidro base

Amostra	Elemento	Área	FWHM	Posição (eV)	At %
Vidro Base	Carbono (C)	178.5	2.03	284.40	24.83
	Oxigênio (O)	10293.8	2.55	530.90	50.18
	Nióbio (Nb)	1704.1	3.22	365.40	2.91
	Sódio (Na)	2463.5	1.86	1071.40	4.13
	Potássio (K)	1286.1	1.96	292.90	4.63
	Fosforo (P)	1109.6	2.18	133.40	13.32

Tabela 04: Resultados obtidos a partir do espectro de XPS

Amostra	Nível	BE (eV)	at%	Composição	Referência
Vidro Base	C - 1s	284.6	13.68	C - C/CHx	http://www.xpsfitting.com/
	C - 1s	286.2	7.17	C - OH	http://www.xpsfitting.com/
	C - 1s	288.2	2.69	C - OOH	http://www.xpsfitting.com/
	C - 1s	282.6	3.56	carbide (Metal-C)	XPS-Handbook
	O - 1s	531.0	30.10	PO ₄	http://www.xpsfitting.com/
	O - 1s	532.7	9.67		
	O - 1s	535.8	4.42		
	P - p 3/2	133.1	14.99	PO ₄ (NaPO ₃)	http://www.xpsfitting.com/
	Nb - d 3/2	207.3	5.76	Nb ₂ O ₅	XPS-Handbook
	Nb - d 5/2	205.5	0.16		
Na - 1s	1071.7	3.19	NaO (NaPO ₃)	http://www.xpsfitting.com/	
K - p 3/2	292.8	4.59			



Alguns dos vidros deste projeto

Foto: Munique Eva Paiva de Araujo [2]

Tabela 05: Resultados da Microscopia Confocal [2]

Amostra	Rugosidade média (µm)
Vidro com 05% AF	0,175 ± 0,007
Vidro com 10% Sd	0,19 ± 0,02
Vidro com 10% Sc	0,3 ± 0,1

Tabela 06: Resultados da Calorimetria Exploratória Diferencial [2]

Elemento	Alto Forno	Siderita	Sidercal
Adição de 05 %	500 °C	497 °C	507 °C
Adição de 10 %	-	505°C	495 °C
Adição de 15 %	-	-	460 °C

CONCLUSÕES

O projeto encontra-se em andamento, porém até o presente momento, os resultados indicam a possibilidade de se obter vidros a partir de escórias de siderurgia com distintas características. É possível afirmar que as escórias estão presentes nos vidros e apresenta possibilidade de novas aplicações. Em nossos próximos passos estão previstos realizar ensaios de toxicidade e resistência ao ataque químico, bem como obter as concentrações totais dos vidros por Fluorescência de Raios-x e Calibração por Um Ponto empregando a técnica LIBS.

REFERENCES:

- [1] Resíduos Sólidos: Disponível em: < <http://www.vale.com/esp/pt/Paginas/Residuos.aspx> >. Acesso em 22 de junho de 2022.
- [2] Relatório do Grupo de Trabalho Interdisciplinar para o Projeto: "Reciclagem Naval": Disponível em: < <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/exploracao-e-producao-de-oleo-e-gas/seguranca-operacional-e-meio-ambiente/arq/di/relatorio-final-do-gti-reciclagem-naval.pdf> >. Acesso em 22 de junho de 2022
- [3] Munique Eva Paiva de Araujo, Síntese e Caracterização de Vidros Fosfatos Alcalinos de Nióbio com Adição de Escórias, Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal Fluminense, junho de 2019;
- [4] Munique Eva Paiva de Araujo, Uso de escórias na produção de vidros Fosfatos Alcalinos de Nióbio e caracterizações, Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense, junho de 2022;

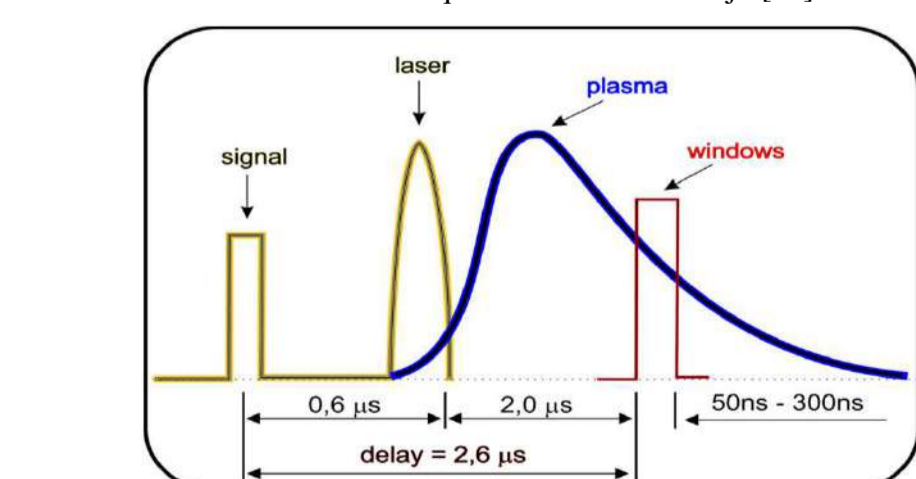


Figura 01: Experimento LIBS típico.



Figura 02: Espectrômetro de fotoelétrons excitados por raios-X (XPS)

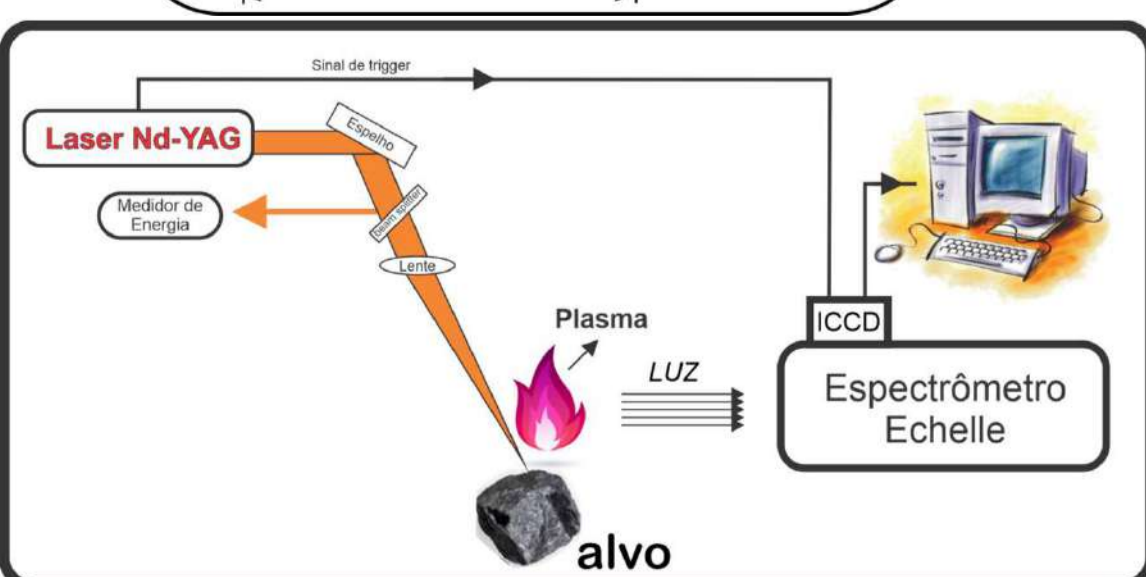


Figura 03: Sistema LIBS