



**21<sup>ST</sup> **  
**WORLD  
STERILIZATION  
CONGRESS**

17./20. NOVEMBER 2021  
CICG, GENÈVE, SCHWEIZ



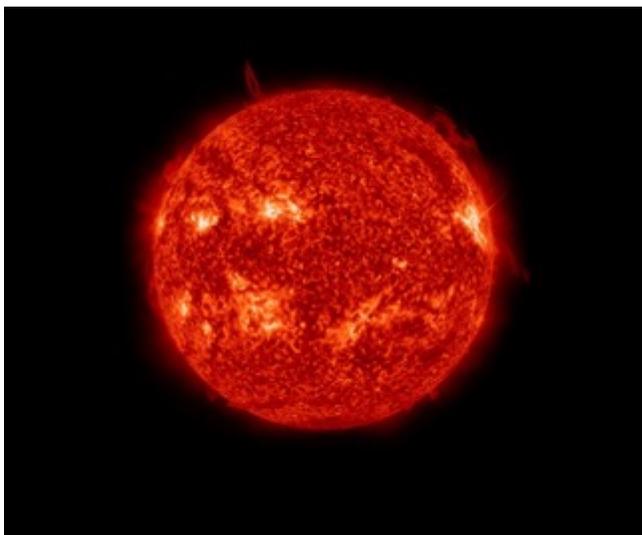
# *PLASMASTERILISATIONS- STUDIEN: Plasma als alleiniges Sterilisiermittel*

Name: João Henrique Campos de Souza

Mitgliedschaft: Brasilianische  
Regulierungsbehörde für das Gesundheitswesen  
(Anvisa)

1. Was ist Plasma?
2. Wie wird Plasma produziert?
3. Wichtige Parameter der Plasmaproduktion
4. Biozide Wirkung von Plasma
5. Dielektrische Barriereentladung (DBE)
6. Die Anlage: Plasmaquelle
7. Eigenschaften der Plasmaquelle
8. Mikrobiologische Validierungsmethode
9. Anzahl vitale Sporen nach Plasmaexposition
10. Erste Ergebnisse zur Kompatibilität des Verpackungsmaterials
11. Schlussfolgerung
12. Aussichten

- Plasma ist ein quasineutrales Gas aus geladenen und neutralen Teilchen (freie Elektronen, Atome und Moleküle), das ein kollektives Verhalten zeigt.
- Um als Plasma zu gelten, muss das System bestimmte Kriterien erfüllen.
- Plasma wird auch als «vierter Aggregatzustand» bezeichnet.
- Der grösste Teil der Materie im bekannten Universum besteht aus Plasma (Sterne, interstellarer Raum, Schockwellen von Supernova-Explosionen...).



- Die gängigsten Methoden sind:
  - ✓ Temperatur einer Substanz erhöhen, bis ein relativ hoher Ionisationsgrad erreicht ist;
  - ✓ Photoionisation;
  - ✓ elektrische Entladung. 





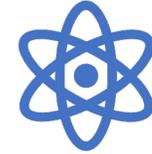
**UV** Warnung:

V.a. bei  
Niederdruckplasma  
Hochdruckplasma  
absorbieren den Hauptteil  
der erzeugten UV-  
Strahlung...



**Reaktive  
Spezies:**

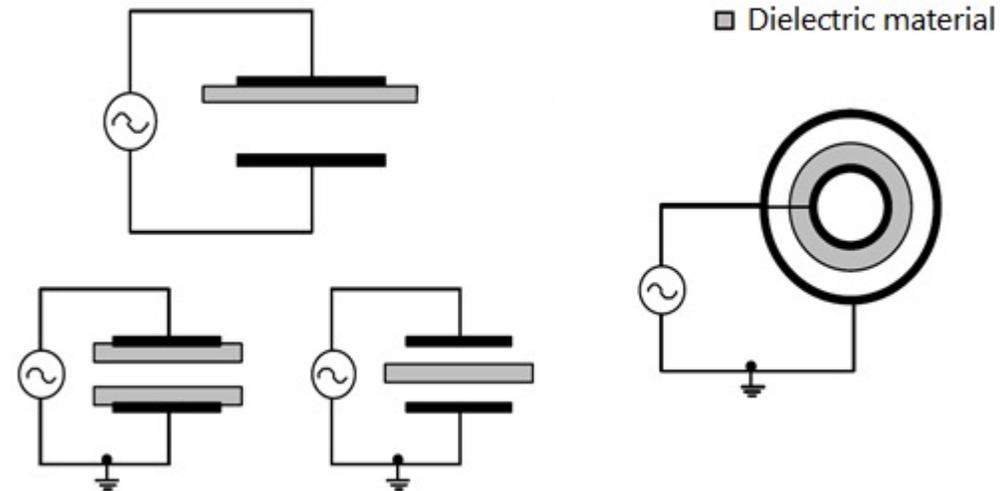
... insbesondere  
sauerstoffbasierte  
Verbindungen wie Oxide,  
Peroxide und  
Hydroxylradikale sowie  
reaktive Stickstoffspezies  
wie  $\text{No}_x$ .



**Interaktion mit  
geladenen Partikeln:**

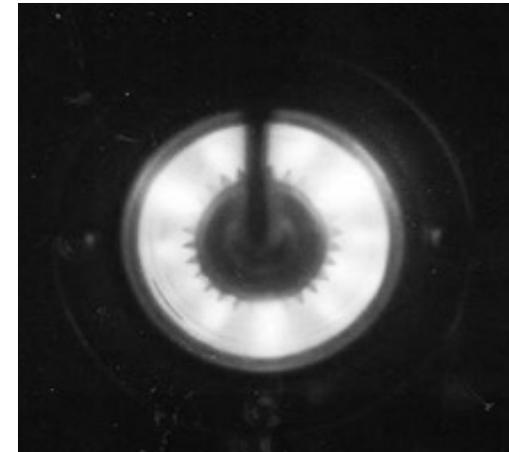
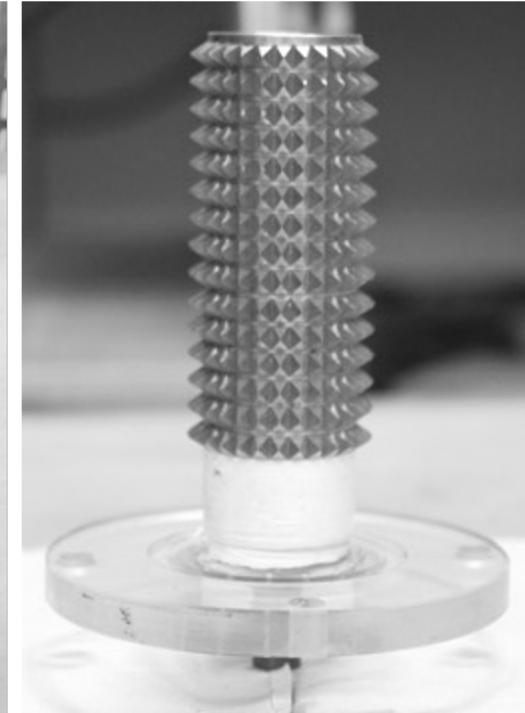
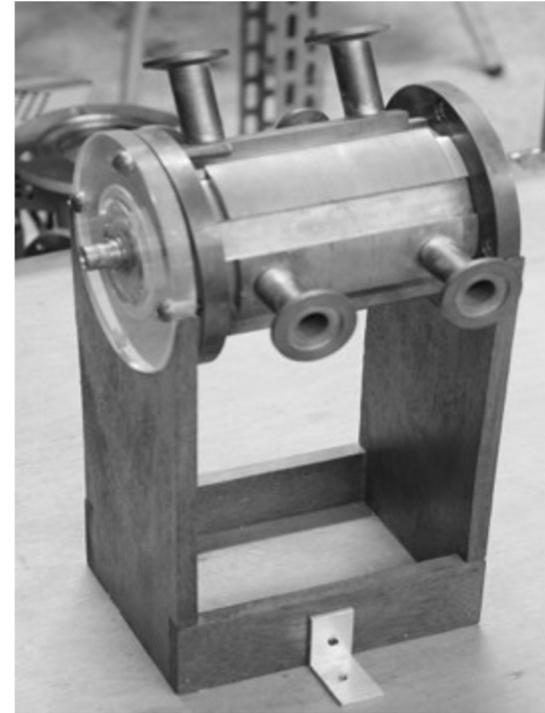
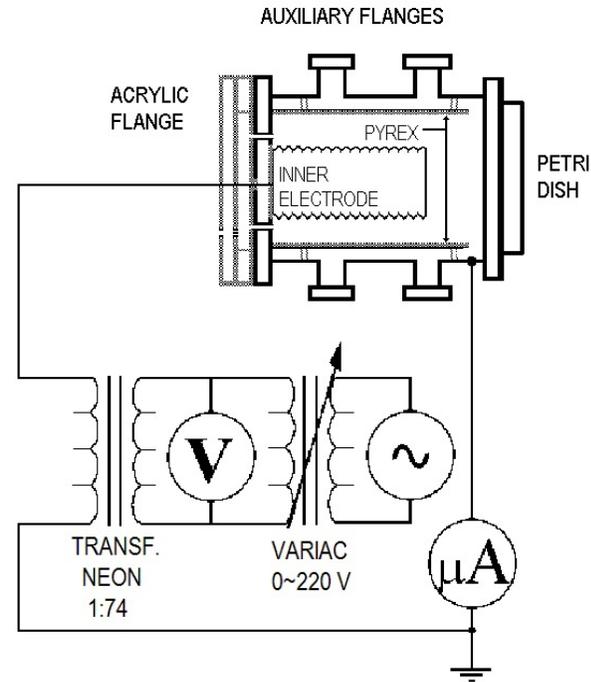
Ionen- und  
Elektronenbeschuss von  
Biofilmen  
Elektrische Disruption  
der Zellmembran

- Die DBE findet zwischen zwei Elektroden statt, die durch eine oder mehrere Schichten aus dielektrischen Material und einem Vorläufergas getrennt sind;
- ähnlich wie die Entladung zwischen Metallelektroden,
- mit einem grundlegenden Unterschied: Die DBE setzt ein elektrisches Wechselfeld voraus;
- Begrenzung des elektrischen Stroms, Vermeidung von Lichtbögen oder Funkenentladung;
- das Plasma bleibt «kalt»;
- Je nach Plasmaparametern und Eigenschaften der dielektrischen Schichten werden verschiedene Arten von DBD erzeugt: von fadenförmigen bis komplett diffusen Entladungen.



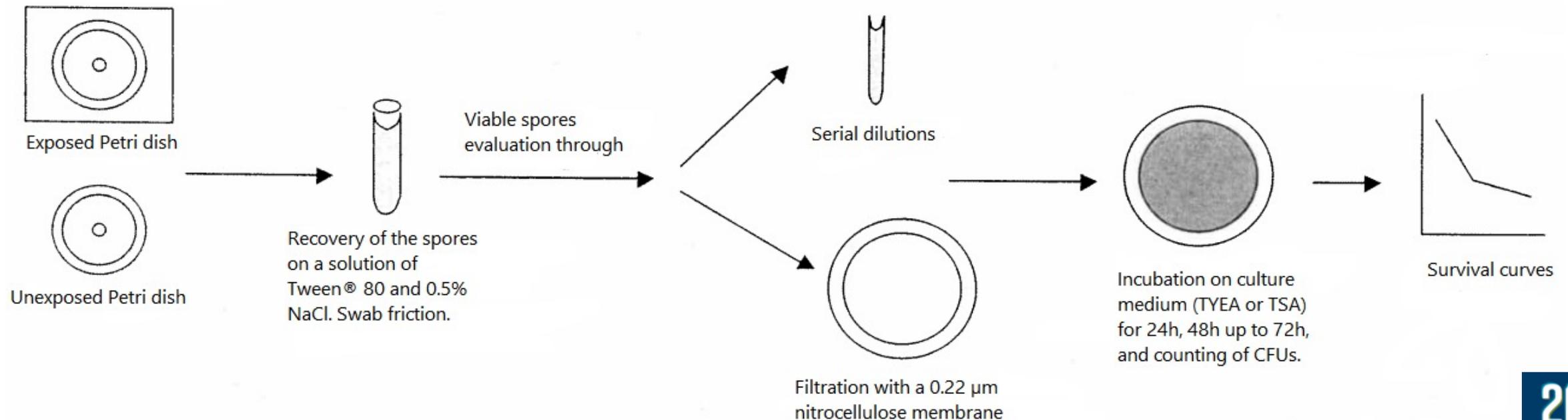
## Einfache Dielektrische Barriereentladung:

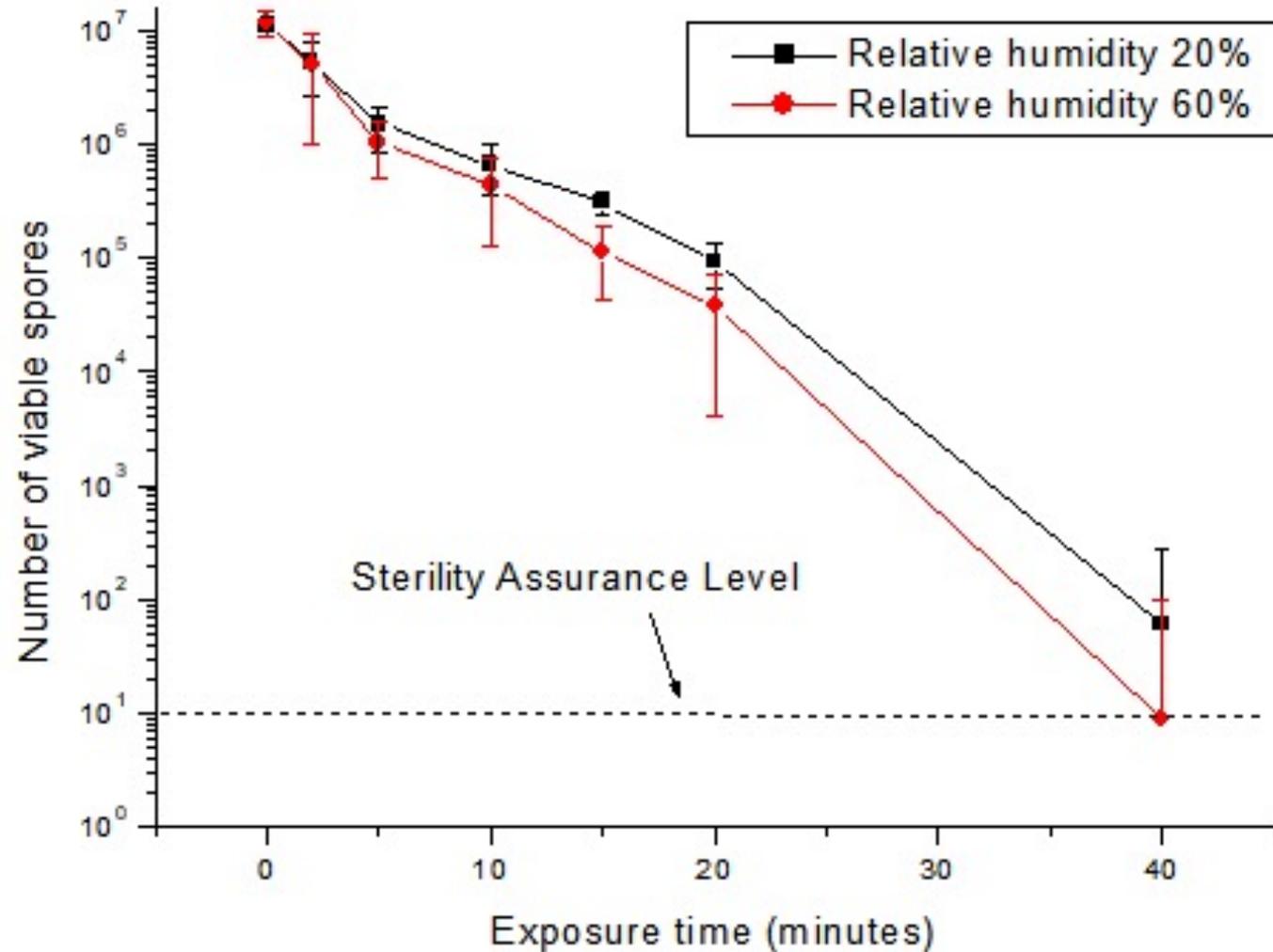
- Innenelektrode: Stachelzylinder aus rostfreiem Stahl;
- Aussenelektrode: mit Pyrex®-Glas beschichtetes Messing, mit Diagnose-Fenster;
- VARIAC-Spannungsregler;
- 1:74 Spannungswandler
- HEPA-Luftfilter.



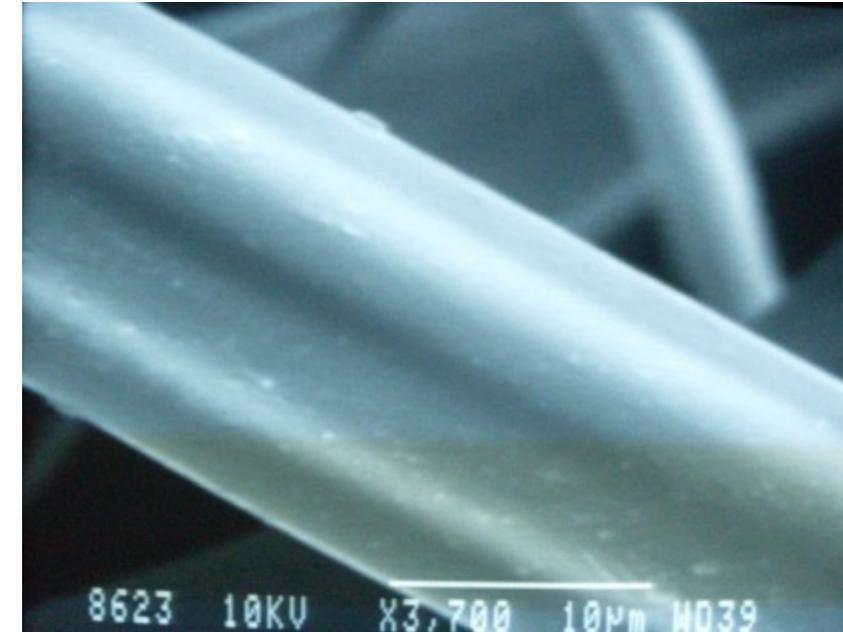
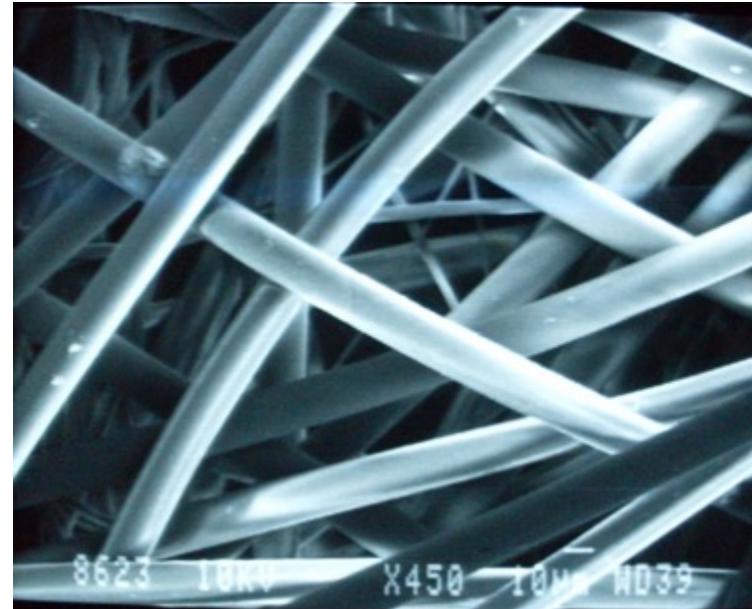
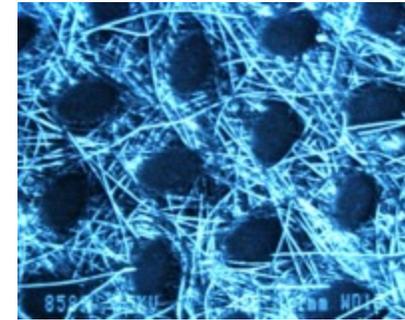
<b>Entladung</b>	Einfache Dielektrische Barriereentladung:
<b>Stabilität</b>	Diffuse und zeitlich stabile Entladung
<b>Leistung</b>	Geringe Leistungsaufnahme: unter 20W
<b>Elektrischer Strom</b>	Niedriger elektrischer Strom: unter 1mA
<b>Wärmeaustausch</b>	Umgebung für den Wärmeaustausch ausreichend
<b>Makroskopische Temperatur</b>	unter 50°C

- Biologischer Indikator: Petrischalen mit mindestens  $10^7$  *G. stearothermophilus*-Sporen (ATCC 12977);
- Plasmaexposition während 2, 5, 10, 15, 20 und 40 Minuten bei 20% und 60% relativer Luftfeuchtigkeit (RH);
- Evaluation der vitalen Sporen nach dem Ausstrichverfahren (5 Petrischalen pro Expositionszeit und RH) und mit Dreifachzählung.





- Auf Petrischalen befestigter Vliesstoff;
- Plasmaexposition während 40 Minuten;
- Analyse mit dem Rasterelektronenmikroskop.



- Es ist gelungen, eine Niedrigtemperatur-Plasmaquelle für Sterilisationsstudien mit Plasma als alleinigem Sterilisiermittel zu entwickeln.
- Nach 40-minütiger Exposition waren  $10^7$  KBE von *G. stearothermophilus* eliminiert.
- Dieses Ergebnis wird mit der Positionierung der biologischen Proben im Gerät und der geringen Leistung des Systems in Verbindung gebracht.
- Es konnte kein signifikanter Beitrag der UV-Strahlung zum Biozidverfahren festgestellt werden.
- Die relative Feuchtigkeit des Vorläufergases hat einen grossen Einfluss auf die mikrobiozide Wirkung des Plasmas, was mit den Veränderungen bei der Konzentration der reaktiven Spezies durch die Dissoziation der Wassermoleküle im Plasma (wie Hydroxyl und andere Oxide, die die biozide Wirkung steigern) in Verbindung gebracht wird.
- Es waren keine relevanten strukturellen Veränderungen bei den der Entladung ausgesetzten Vliesstoffen zu beobachten. Der Grund dafür dürfte in der Platzierung der Proben im Gerät und an der niedrigen Leistung der Anlage liegen.

- Laufendes Experiment;
- Plasmadiagnose zur Quantifizierung der Sterilisiermittel;
- Optimierung der Plasmaparameter;
- Kompatibilität mit Material und Ausrüstung: Beurteilung der Funktionalität;
- Ausweitung des Experiments;
- Studien zur Kosteneffizienz.



**UnB**



Université   
de Montréal

**Obrigado!**

**Merci!**

**Vielen Dank!**

**iGracias!**

**Danke!**

**Grazie!**