



*Ministero delle Imprese e del Made in Italy*  
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

# UIBM

|                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| <b>DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO</b> | <b>102023000028398</b> |
| <b>Data Deposito</b>                | <b>29/12/2023</b>      |
| <b>Data Pubblicazione</b>           | <b>29/06/2025</b>      |

Classifiche IPC

Titolo

PROCESSO DI PRODUZIONE DI FIBRE DI POACEE

## DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"PROCESSO DI PRODUZIONE DI FIBRE DI POACEE"

di LISANTE SERVICE SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA

di nazionalità italiana

con sede: VIALE EUROPA 25

15053 CASTELNUOVO SCRIVIA (AL)

Inventori: GATTI Giorgio, MARANGON Andrea, CALÒ Elisa, DA  
BOVE Andrea, AVATTANEO Enrico

\*\*\*

### SETTORE TECNICO

La presente invenzione è relativa ad un processo di produzione di fibre di Poacee, preferibilmente bambù, alle relative fibre ed ai prodotti contenenti tali fibre.

### STATO DELL'ARTE ANTERIORE

Le fibre naturali, soprattutto quelle vegetali quali il lino, la canapa, la iuta e il cotone, sono state ampiamente utilizzate in diverse applicazioni.

Le fibre vegetali hanno una struttura di base in comune, essendo costituite da catene di cellulosa organizzate in fasci che costituiscono le fibrille, lunghe alcune decine di  $\mu\text{m}$  di lunghezza. Le fibrille sono tenute insieme dalla presenza di catene di emicellulosa e il tutto è immerso in una matrice di lignina.

La cellulosa è l'omopolimero lineare più abbondante in

natura ed è composta da unità di  $\beta$ -D-Glucosio. Le catene di cellulosa sono formate da 8.000-10.000 unità monomeriche, ma in alcuni casi possono arrivare a 15.000, legate tra loro da 1.4- $\beta$  legami glicosidici. Le emicellulose sono polisaccaridi ramificati composti da diversi zuccheri. Le molecole che compongono le emicellulose sono:  $\beta$ -D-Glucosio,  $\beta$ -D-Mannosio,  $\beta$ -D-galattosio,  $\beta$ -D-Xilosio,  $\alpha$ -L-Arabinosio e acido 4-O-etilglucuronico. Lo scopo delle catene di emicellulosa è quello di raggruppare le catene di cellulosa. Le fibrille di cellulosa sono immerse in una matrice tridimensionale di lignina. La lignina è il terzo polimero più abbondante in natura, non ha una struttura precisa ma sono note le tre unità monomeriche che la compongono. I monomeri sono l'acido coniferilico, l'acido p-cumarilico e l'acido sinapilico. La produzione dei tre monomeri è influenzata da fattori ambientali in cui cresce la pianta, l'età della pianta e la specie. Alla luce di questi fattori, non è possibile identificare una struttura della molecola di lignina.

Le fibre naturali a base di cellulosa sono ampiamente utilizzate in vari campi dalla produzione tessile per lo sviluppo di materiali compositi con resine o polimeri di diversa natura.

L'estrazione della cellulosa avviene, a livello industriale, da fonti vegetali molto diverse tra loro.

Cotone, iuta, canapa e lino sono le principali fonti da cui viene estratta la cellulosa. Ad oggi, la produzione di cellulosa è legata alla stagionalità e ai periodi di raccolta di queste fonti. Per superare questo problema, si sono cercate nuove fonti, meno soggette alla stagionalità, da cui ottenere la cellulosa.

L'utilizzo di fonti di cellulosa diverse dal cotone, dalla juta, dalla canapa o dal lino come, ad esempio, la segatura, derivante dagli scarti di lavorazione delle segherie, comporta l'impiego di processi industriali più elaborati rispetto a quelli più convenzionali. Rispetto alle fonti tradizionali da cui si estrae la cellulosa, i materiali legnosi richiedono più passaggi, molto spesso con l'utilizzo di solventi e reagenti, per ottenere lo stesso grado di purezza.

Per superare il problema della stagionalità, legata ai periodi di raccolta delle materie prime da cui estrarre la cellulosa, si è cercata una nuova fonte di fibra vegetale che non avesse problemi legati alla stagionalità o alla raccolta. Si è quindi arrivati ad ipotizzare di utilizzare le fibre di poacee, preferibilmente bamboo (o bambù).

La fibra di bamboo ha eccellenti proprietà di resistenza meccanica, proprietà antibatteriche e antimicotiche e un'eccezionale morbidezza al tatto. L'utilizzo della fibra di bambù per la produzione di filati

presenta enormi vantaggi legati all'ecosostenibilità del processo di produzione della fibra, oltre ad essere un materiale biodegradabile e rinnovabile in tempi molto brevi. Questo fattore è dovuto all'elevato tasso di crescita della pianta di bamboo.

Negli ultimi anni si sono cercati nuovi metodi per produrre fibre di bamboo con una maggiore attenzione alla sostenibilità ambientale.

I processi attualmente utilizzati per produrre fibre di bamboo, per applicazioni tessili o per produrre compositi, sono processi chimici, meccanici o enzimatici.

Tutti questi processi utilizzano grandi quantità di acqua e reagenti chimici che portano alla produzione di enormi quantità di rifiuti che richiedono uno smaltimento specifico.

Inoltre, molti processi che sfruttano la cellulosa estratta dal bambù prevedono la conversione della cellulosa estratta in viscosa.

La produzione di viscosa prevede l'utilizzo di soluzioni di basi forti ad alte concentrazioni, solventi organici solforati e alte temperature di processo mantenute per lunghi periodi. La produzione di viscosa porta alla formazione di grandi quantità di rifiuti difficili da smaltire e pericolosi per la salute e l'ambiente.

Sono stati proposti nuovi processi enzimatici in grado

di ridurre i volumi delle soluzioni e le concentrazioni dei reagenti utilizzati. Tuttavia, i processi enzimatici sfruttano enzimi specifici in grado di degradare componenti diversi dalla cellulosa, ma tutti presentano un problema comune.

L'uso degli enzimi nei processi di sfibratura, a causa della loro elevata selettività e della cinetica legata alle reazioni enzimatiche, comporta un aumento molto rilevante dei tempi di processo. Questo aumento dei tempi porta il processo di sfibratura dalla durata di poche ore, tipica di un processo chimico, alla durata di diversi giorni.

Si è quindi ancora alla ricerca di un processo di produzione di fibre di bamboo più ecologico, sostenibile, che permetta di produrre una minore quantità di rifiuti e che, al tempo stesso, non richieda l'utilizzo di solventi potenzialmente dannosi e che possa essere eseguito in tempi ridotti.

In particolare, si è alla ricerca di un nuovo processo complessivamente meno inquinante, meno pericoloso per la salute umana e per l'ambiente, e che utilizza una minore quantità di acqua e di reagenti chimici.

#### SOMMARIO DELL'INVENZIONE

Scopo della presente invenzione è la realizzazione di un processo di sfibratura di fibre di poacee, preferibilmente bamboo che risolva i problemi già

menzionati ed è raggiunto da un processo secondo la rivendicazione 1 e dalle fibre ottenute tramite tale processo.

#### BREVE DESCRIZIONE DELLE FIGURE

- la figura 1 sono due foto di steli di bamboo e di fibre di bamboo ricavate dal processo di sfibratura della presenza invenzione;

- la figura 2 raffigura spettri infrarossi ottenuti a diversi tempi di processo;

- la figura 3 raffigura i profili termogravimetrici di alcuni materiali sfibrati ottenuti a diversi tempi di processo;

- la figura 4 raffigura le immagini di microscopia a scansione elettronica di un campione di bambù sfibrato con NH<sub>4</sub>OH al 10% v/v a 170°C per 12h; e

- le figura 5-7 riportano le rese (in % peso) a diversi tempi, temperature e concentrazioni di basi rispettivamente.

#### DESCRIZIONE DELL'INVENZIONE

In una forma di realizzazione della presente invenzione culmi o steli di bambù vengono lavati e successivamente trattati interi o precedentemente tagliati a strisce.

I culmi o steli da trattare vengono successivamente posti a contatto con una soluzione acquosa basica diluita.

Per soluzione basica diluita si intende una soluzione

basica avente pH compreso tra 9 e 13, più preferibilmente tra 10 e 12.

Preferibilmente la soluzione basica diluita comprende almeno una base debole.

Più preferibilmente la base debole è scelta nel gruppo costituito da idrossido di ammonio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), urea ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ), Ossido di magnesio ( $\text{MgO}$ ), Idrossido di magnesio ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ), Idrossido di potassio ( $\text{KOH}$ ), Ossido di potassio ( $\text{K}_2\text{O}$ ), Idrossido di calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) o Ossido di calcio ( $\text{CaO}$ ) o miscele delle stesse.

Più preferibilmente la soluzione basica diluita è una soluzione di  $\text{NH}_4\text{OH}$  o urea in concentrazione compresa tra 1 e 30 % v/v o m/v, più preferibilmente tra 5 e 15% v/v o m/v.

Alternativamente la soluzione comprende Ossido di magnesio ( $\text{MgO}$ ), Idrossido di magnesio ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ), Idrossido di potassio ( $\text{KOH}$ ), Ossido di potassio ( $\text{K}_2\text{O}$ ), Idrossido di calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) o Ossido di calcio ( $\text{CaO}$ ) o miscele delle stesse, preferibilmente in una concentrazione dall'1% al 30% m/v.

Il contenuto del reattore viene stemperato e la soluzione viene riscaldata per un tempo preferibilmente compreso tra 1 h a 48 h.

Il rapporto tra pH e tempo in ore è preferibilmente compreso 0,1 e 20, più preferibilmente tra 0,2 e 12.

In particolare, risulta quindi che il tempo preferito a pH 12 è di circa 1 ora di trattamento e a pH 10 di circa 48 ore di trattamento. All'aumento del PH è necessario un tempo inferiore.

Il tempo di riscaldamento viene considerato iniziare quando il reattore raggiunge la temperatura operativa.

La temperatura di riscaldamento è preferibilmente compresa tra 120°C e 230°C, più preferibilmente tra 140°C e 200°C.

La pressione è preferibilmente compresa tra 3 e 16 bar. Il rapporto temperatura pressione è preferibilmente compreso tra 5 e 80, più preferibilmente tra 13 e 46.

In una fase successiva, il materiale ottenuto viene posto a contatto con una seconda soluzione comprendente un solvente fino a riportare il pH alla neutralità.

Secondo una forma preferita di realizzazione il solvente utilizzato è preferibilmente scelto nel gruppo costituito da acqua, etil-lattato, butil-lattato, acido lattico, propil-lattato, isobutil-lattato, metil-lattato o miscele di questi solventi.

Quindi le fibre vengono essiccate fino a ridurre il contenuto di umidità al 10-50% in peso delle fibre.

È stato dimostrato che l'utilizzo di basi deboli rispetto a quelle attualmente utilizzate in campo industriale diminuisce significativamente la concentrazione

percentuale di lignina contenuta negli steli di bambù.

Dopo le prime ore del processo, gli steli di bambù appaiono come un materiale facilmente disintegrabile. Un esempio dell'aspetto delle fibre di bambù ottenute con il processo dell'invenzione è mostrato nella Figura 1.

Le fibre di bambù ottenute con il processo di sfibratura della presente invenzione sono state caratterizzate mediante spettroscopia infrarossa, analisi termogravimetrica e microscopia a scansione elettronica. Le caratterizzazioni sono state effettuate per valutare le proprietà chimico-fisiche dei materiali cellulosici ottenuti.

La caratterizzazione mediante spettroscopia infrarossa in riflettanza totale attenuata (ATR-FTIR) evidenzia come i picchi attribuibili alla presenza di lignina ed emicellulosa, sulla superficie del materiale, non siano più presenti già dopo le prime ore del processo. Confrontando gli spettri dei campioni a diversi tempi di trattamento, è possibile notare come gli spettri non presentino differenze, indicando che la maggior parte della lignina e delle emicellulose sono frammentate e solubilizzate nelle prime ore del processo. Alcuni esempi di spettri ottenuti con la spettroscopia infrarossa ATR sono mostrati nella Figura 2.

Le caratterizzazioni attraverso l'analisi termogravimetrica dei materiali hanno evidenziato una

differenza sostanziale nei materiali sfibrati rispetto all'analogo non trattato. Dai termogrammi è possibile notare come, a seguito del trattamento di sfibratura, il materiale presenti un contenuto d'acqua molto più basso rispetto al materiale di partenza. Inoltre, è evidente che i materiali sfibrati presentano una caduta molto più ripida, in un intervallo di temperatura compreso tra 300 e 350 °C (temperature di decomposizione associate alla decomposizione termica delle catene cellulosiche), indice della solubilizzazione delle catene emicellulosiche e della frammentazione e conseguente solubilizzazione della lignina.

Nella Figura 3 sono riportati i profili termogravimetrici di alcuni materiali sfibrati ottenuti a diversi tempi di processo. Nella Figura 4 sono riportate le immagini di microscopia a scansione elettronica.

Nelle Figure 5-7 sono riportate le rese (in % peso) a diversi tempi, temperature e concentrazioni di basi. Nelle figure vengono riportate le rese % relative all'uso di  $\text{NH}_4\text{OH}$  in concentrazione compresa tra 1% v/v e 30% v/v a 170°C per 12h, a temperature comprese tra 140°C e 200°C dopo 12h e alla concentrazione di  $\text{NH}_4\text{OH}$  del 10%, a tempi compresi tra 1h e 48h alla temperatura di 170°C e alla concentrazione di  $\text{NH}_4\text{OH}$  del 10%.

## RIVENDICAZIONI

1. Processo di produzione di fibre di poacee comprendente una fase di trattare culmi di poacee con una soluzione avente pH compreso tra 9 e 13.

2. Processo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto pH è compreso tra 10 e 12.

3. Processo secondo le rivendicazioni 1 o 2, caratterizzato dal fatto che il rapporto pH/tempo di trattamento in detta fase di trattare è compreso tra 0,2 e 12.

4. Processo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di avvenire in reattore chiuso o autoclave.

5. Processo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta fase è condotta in condizioni di pressione comprese tra 3 bar e 16 bar.

6. Processo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che il rapporto Temperatura/Pressione in detta fase è compreso tra 13 e 46.

7. Processo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta soluzione comprende una base scelta nel gruppo

costituito da idrossido di ammonio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), urea ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ), Ossido di magnesio ( $\text{MgO}$ ), Idrossido di magnesio ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ), Idrossido di potassio ( $\text{KOH}$ ), Ossido di potassio ( $\text{K}_2\text{O}$ ), Idrossido di calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), Ossido di calcio ( $\text{CaO}$ ) o miscele delle stesse.

8. Processo secondo la rivendicazione 7, caratterizzato dal fatto che detta base è in una concentrazione dall'1% al 30% m/v.

9. Processo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che il tempo di trattamento in detta fase è compreso tra 1h e 48h.

10. Processo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che la temperatura della fase di trattamento in soluzione è compresa tra  $140^\circ\text{C}$  e  $200^\circ\text{C}$ .

11. Processo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che il rapporto temperatura di trattamento / tempo sia compreso tra 11 e 23.

12. Processo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta soluzione contiene un solvente scelto nel gruppo costituito da etil-lattato, butil-lattato, acido lattico, propil-lattato, isobutil-lattato, metil-lattato, acqua o miscele di questi solventi.

13. Processo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che dette fibre di poacee sono fibre di bamboo.



FIG. 1

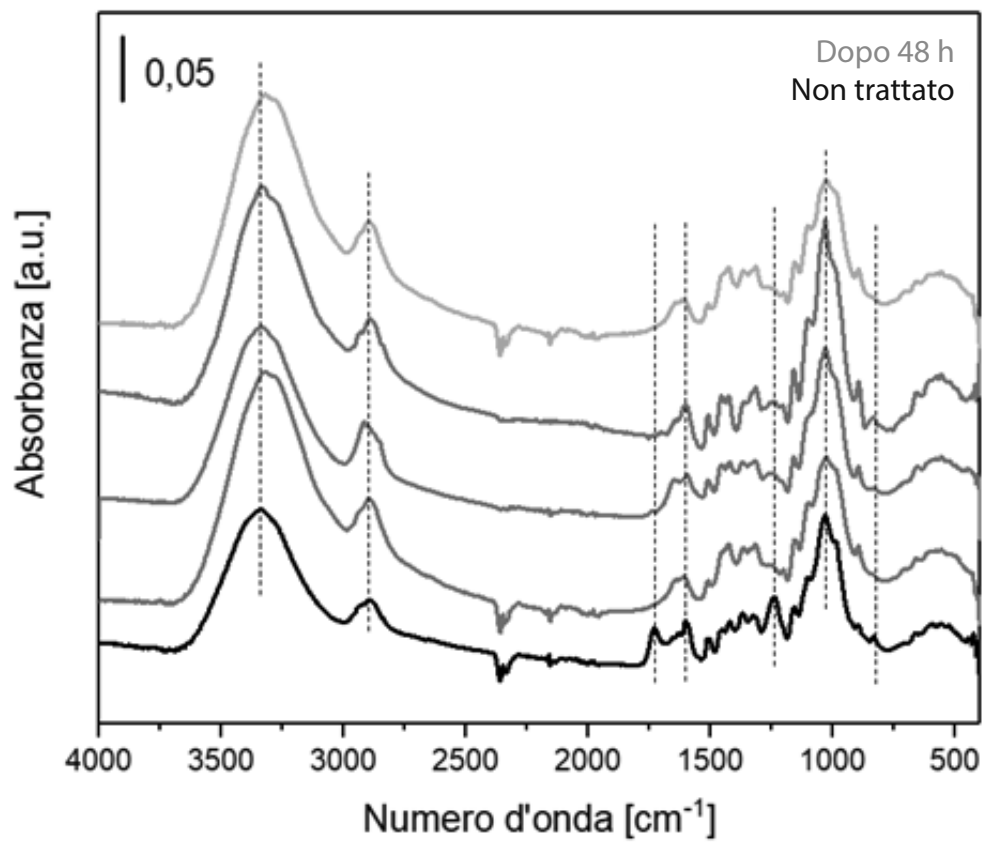


FIG. 2

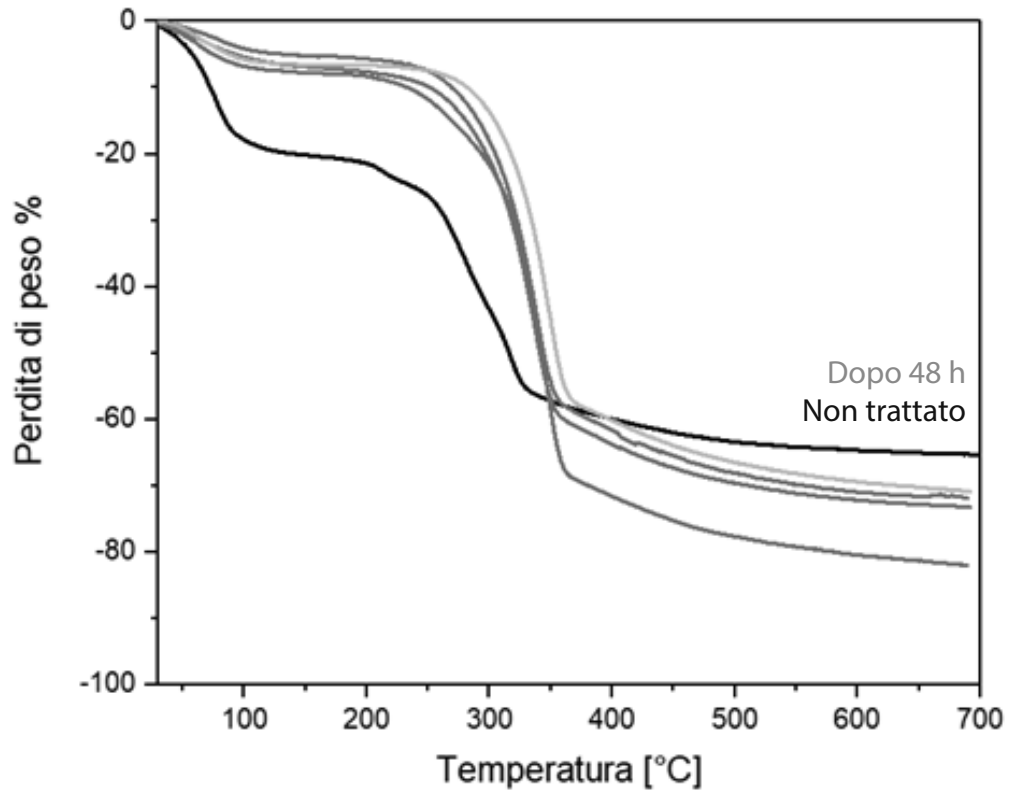


FIG. 3

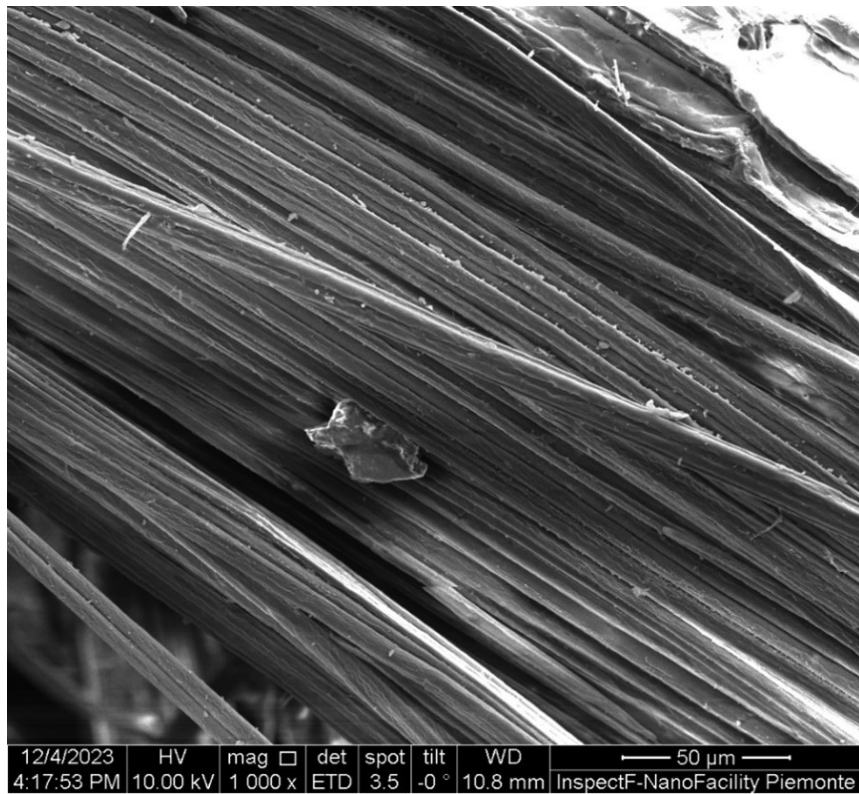


FIG. 4

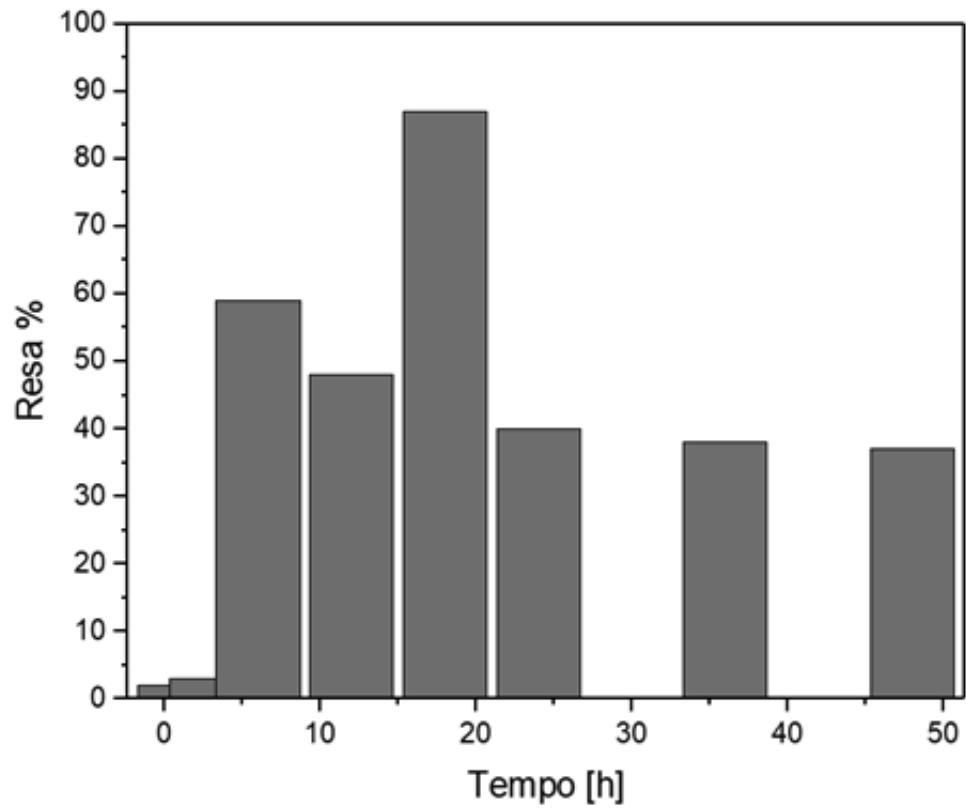


FIG. 5

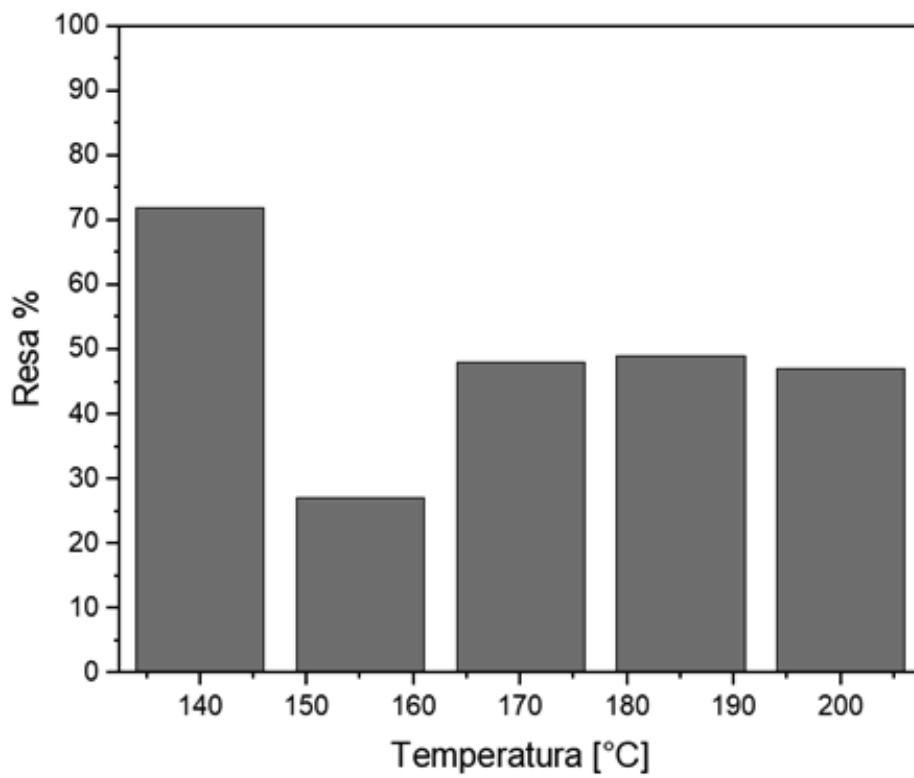


FIG. 6

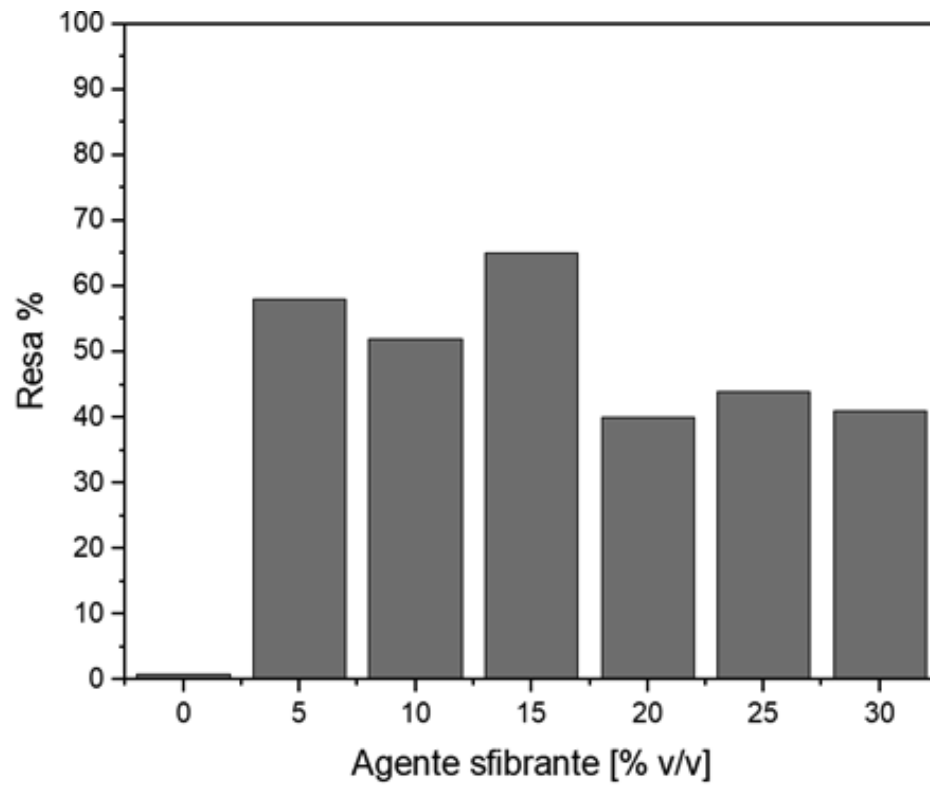


FIG. 7