

Trattamento della frazione organica dai RSU (Prof. V. De Felice)

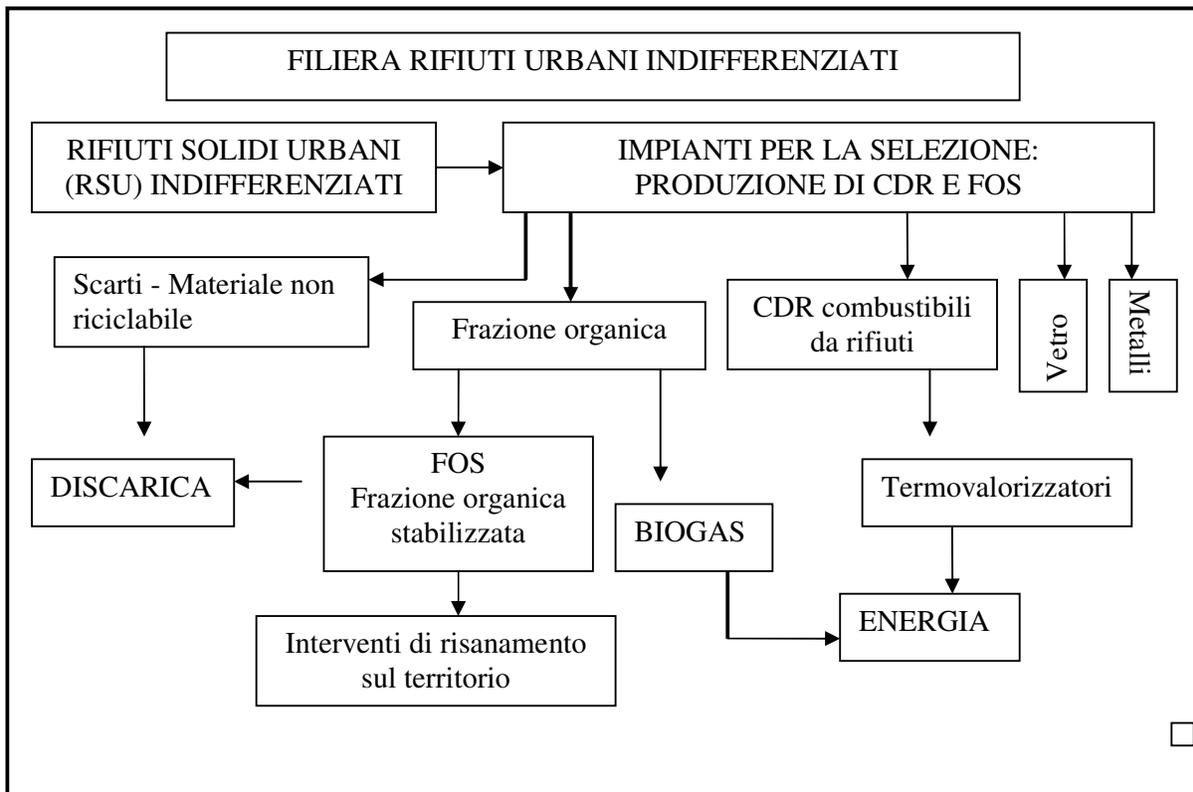


Nulla si crea, nulla si distrugge, tutto si trasforma
(Antoine-Laurent de Lavoisier; 1743-1794)

I rifiuti solidi urbani indifferenziati, non sottoposti a processi di selezione, fino a qualche anno fa venivano conferiti direttamente in discarica, negli ultimi anni invece, nella nostra regione (Campania), essi vengono portati negli impianti per la produzione di CDR dove vengono sottoposti a processi di selezione. Dalla frazione secca viene separato tutto il materiale che può essere bruciato nei termovalorizzatori e produrre energia (CDR) mentre la frazione umida subisce un processo di stabilizzazione e viene trasformata in FOS (frazione organica stabilizzata) che può (o potrebbe) essere utilizzata ad esempio come materiale per riempire le cave abbandonate.

Questa è in sintesi la filiera che si voleva (si vuole ancora?) realizzare in Campania, basata sul recupero di energia dalla frazione secca piuttosto che di materiale. Se questo è un dato di fatto vuol dire che non si considera prioritaria la raccolta differenziata con l'obiettivo di recuperare cellulosa e plastica, infatti ci dobbiamo porre la domanda: se riciclo cellulosa e plastica cosa vado a bruciare nei termovalorizzatori. Rimane però la frazione umida. Essa rappresenta un grosso inconveniente del ciclo, la frazione non remunerativa del sistema per cui, se proprio bisogna recuperare materiale meglio se la raccolta differenziata si concentri su di essa e quindi bisogna promuovere gli impianti di compostaggio o, in generale, di trattamento della frazione organica.

Nello schema sottostante viene rappresentata la filiera a partire dai rifiuti indifferenziati quale alternativa alla discarica



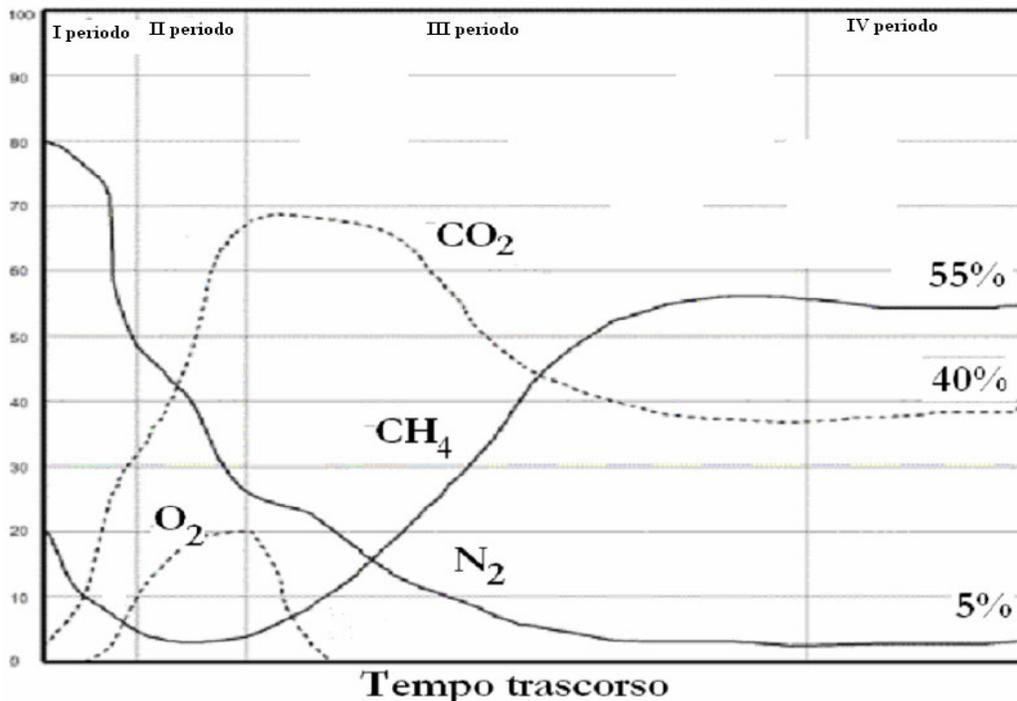
Produzione di BIOGAS dai rifiuti organici

In questa sezione ci concentreremo sulla componente dei rifiuti che viene alternativamente indicata come "frazione umida" e/o "frazione organica" e che comprende sostanze "biodegradabili": *sostanze organiche naturali e composti di sintesi che possono essere decomposti dai microrganismi in sostanza a struttura molecolare più semplice.*

Dalla frazione organica dei rifiuti solidi urbani indifferenziati si sviluppano molte sostanze gassose la cui miscela viene normalmente indicata come "biogas" e che contiene in particolare circa il 55% di metano, il 42% di anidride carbonica e il 3% di altri gas. Tali prodotti si formano durante la decomposizione anaerobica (in assenza di ossigeno) della sostanza organica (frazione umida e verde) e delle proteine presenti nei rifiuti smaltiti in discarica attraverso reazioni chimiche. Anche se la composizione può variare rispetto alle localizzazioni geografiche, la parte biodegradabile dei rifiuti è circa il 60% del totale ed è composta da residui di cibo, carta e legno; ad esse si aggiungono gli scarti dei giardinaggi e dei mercati ortofrutticoli.

L'intero processo di trasformazione può essere suddiviso in 4 fasi ed è influenzato dal contenuto d'acqua del rifiuto, dalla presenza di microorganismi, dalla composizione e pezzatura dei rifiuti, dal pH e dalla temperatura nelle zone interne dei cumuli di rifiuti.

Nella fase iniziale detta "aerobica", che nelle discariche può durare anche un anno o più, si consuma l'ossigeno presente ed il principale gas prodotto è l'anidride carbonica (CO_2) associato a piccole quantità di azoto (N_2). Quando la concentrazione di ossigeno diventa molto bassa, si avvia una seconda fase in cui la trasformazione avviene attraverso reazioni tipiche delle condizioni anaerobiche con produzione di metano (CH_4) ma si continua a produrre CO_2 e, in misura minore, idrogeno (H_2). Persistendo le condizioni anaerobiche, si raggiunge una terza fase in cui si attivano i processi di trasformazione che producono anche CH_4 e si registra una riduzione della CO_2 . Durante l'ultima fase la composizione del biogas prodotto rimane stazionaria.



Durante la Fermentazione avvengono complesse reazioni biochimiche di ossidoriduzione che, in assenza di ossigeno molecolare O_2 (anaerobiosi), coinvolgono le sostanze organiche ed eventuali sostanze inorganiche presenti. Esistono diversi tipi di fermentazione che prendono il nome da prodotto finale del processo; ad esempio si parla di fermentazione alcolica, lattica, propionica,

butirrica, formica, ed avvengono per l'azione di particolari gruppi di batteri alcuni dei quali sono molto importanti anche nell'industria alimentare: produzione di birra, vino, yogurt, formaggi.

Il processo di degradazione prevede una fase iniziale detto idrolisi che comporta una trasformazione delle molecole complesse in prodotti a struttura molecolare più semplice ad opera di batteri denominati idrolitici. Ad esempio:

a) Idrolisi dei polimeri vegetali:

- polisaccaridi (ad esempio: amido, cellulosa,) con formazione di monosaccaridi (glucosio) e/o oligosaccaridi

- lignina con formazione di derivati fenolici: alcool cumarilico (alcool 4-idrossicinnamilico), alcool coniferilico (alcool 4-idrossi-3-metossicinnamilico), alcool sinapilico (alcool 4-idrossi-3,5-dimetossicinnamilico);

b) Idrolisi dei polimeri animali:

- glicogeno con formazione di monosaccaridi (glucosio) e/o oligosaccaridi

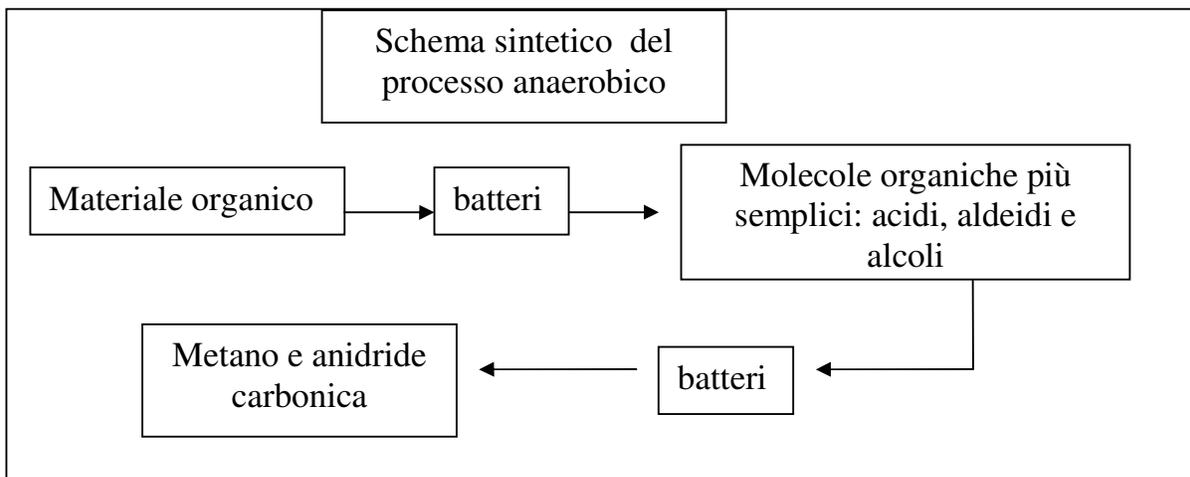
- proteine con formazione di amminoacidi

c) Idrolisi di grassi e oli con formazione di glicerolo e acidi grassi.

Nella seconda fase reagiscono i prodotti più semplici (a basso peso molecolare) ottenuti per idrolisi vengono trasformati in acidi organici ed alcoli dai batteri acidogeni.

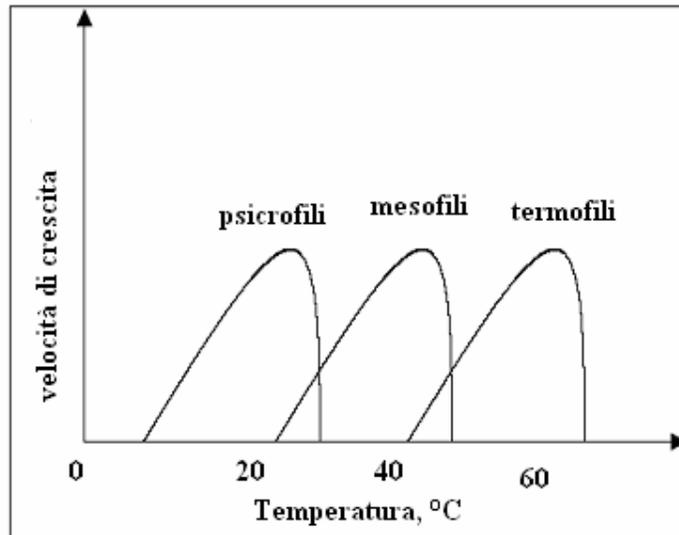
Nella fase successiva, a partire dagli acidi organici e ad opera dei batteri *acetogenesi*, si produce anidride carbonica, idrogeno molecolare e acido acetico.

Nell'ultimo stadio del processo di trasformazione si ha la formazione di metano ad opera dei batteri *metanogenesi* che producono metano da acido acetico e dalla reazione tra CO_2 e H_2 :



I vari e complessi processi responsabili della trasformazione anaerobica dei rifiuti contenenti sostanze organiche avvengono con velocità che dipendono dalla temperatura e dai vari stati fisici (solido, liquido, gas) in cui si trovano le sostanze. I processi di digestione anaerobica che avvengono in presenza di fase liquida e solida, possono essere genericamente distinti sulla base delle concentrazioni del rifiuto organico in fase solida: **umido** (wet): con contenuto in solidi fino al 10%; **semi – dry**: solidi compresi tra 15-20%; **secco** (dry): solidi > del 20%

L'attività biologica anaerobica risulta attiva in un intervallo di temperatura compreso tra - 5 e + 70 °C nell'ambito del quale sono attive differenti specie di microrganismi classificabili in base all'intervallo termico ottimale di crescita: psicrofili (temperature inferiori a 20 °C), mesofili (temperature comprese tra i 20 °C ed i 40 °C) e termofili (temperature superiori ai 45 °C).



Il biogas ha un p.c.i. di 4.500-5.500 kcal/Nm³, in funzione della miscela trattata, con un contenuto di metano del 55-70% in volume. Il biogas prodotto, il cui volume si stima possa variare da 100 a 200 Nm³ per tonnellata di rifiuti (FORSU), non può essere utilizzato tal quale ma deve essere trattato in un impianto di depurazione per abbattere gli inquinanti senza dispersioni in atmosfera, e per smaltirli in modo appropriato. Il sistema più utilizzato è costituito dalle torri di lavaggio che permettono di ridurre la presenza di CO₂ e di abbattere l'idrogeno solforato (H₂S), l'acido cloridrico (HCl) e l'acido fluoridrico (HF).

Produzione di FOS

Negli impianti di produzione di CDR (Combustibile Da Rifiuti) si separa la frazione umida che viene sottoposta ad un processo di digestione aerobica attraverso il quale si trasforma in FOS (Frazione Organica Stabilizzata). Il processo deve avvenire in presenza di ossigeno e, per realizzare ciò, si rovolvano continuamente i cumuli di rifiuti per circa 20 giorni. Esso deve avvenire in impianti chiusi, che operano in leggera depressione rispetto alla pressione atmosferica esterna, per evitare la fuoriuscita di sostanze gassose e di odori sgradevoli che si sviluppano durante la trasformazione. A differenza del compost, il prodotto ottenuto (FOS) non può essere utilizzato come fertilizzante o ammendante in agricoltura, mentre si può prevedere un impiego come copertura giornaliera delle discariche, nella bonifica delle discariche dismesse e, con gli opportuni accorgimenti, nel restauro di profili topografici quali cave dismesse etc.

Produzione di compost

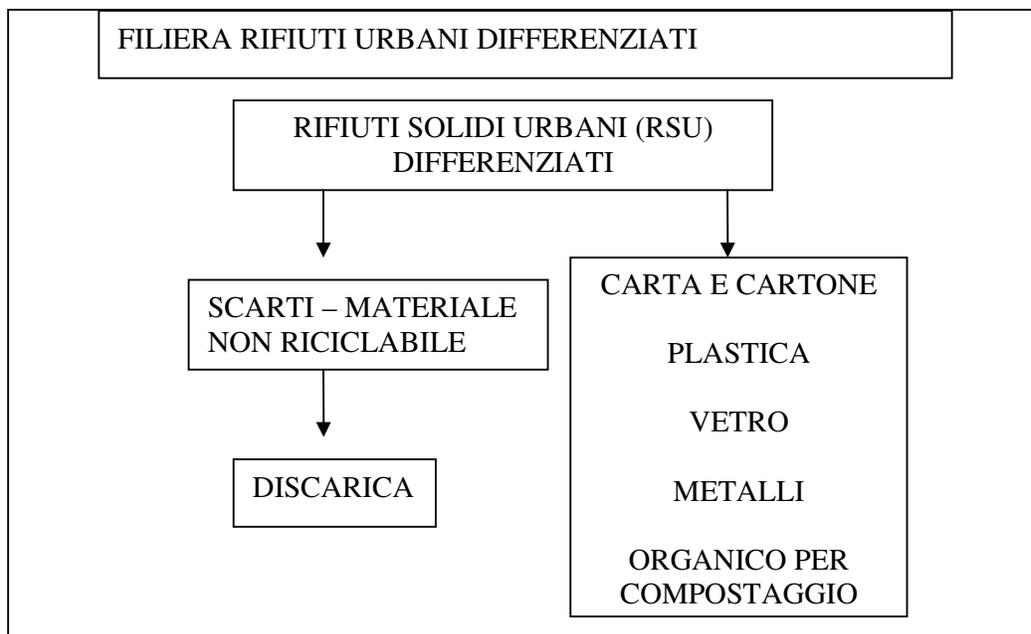
La filiera cambia radicalmente se si considera la raccolta differenziata e la selezione di frazioni merceologiche omogenee adatte per il recupero di materia con la produzione di "compost". Il presupposto fondamentale è che la selezione deve essere condotta correttamente e sarà tanto più fruttuosa quanto più sarà omogeneo il materiale raccolto. Inoltre, in questi casi, si potrebbe anche pensare di realizzare un trattamento in cui i due processi possono essere combinati sfruttando inizialmente la digestione anaerobica con formazione di biogas mentre il residuo, che è un materiale semi-stabilizzato ("digestato"), può essere utilizzato in una fase successiva per la produzione di compost. Infatti l'integrazione dei due processi consente di ridurre il problema dell'emissione di

sostanze odorigene in quanto la maturazione finale del digestato avverrebbe a partire da un materiale già parzialmente “stabilizzato” con un minore potenziale odorigeno.

Il compostaggio è una tecnica che sfrutta il processo naturale attraverso il quale le sostanze organiche si trasformano naturalmente per effetto della flora microbica presente nell'ambiente. In un impianto di compostaggio si realizza un processo controllato per accelerare la velocità di trasformazione e migliorare la qualità del prodotto che si forma. Il processo è “aerobico”, cioè la decomposizione biologica della sostanza organica avviene in presenza di ossigeno e può essere suddiviso in due fasi:

- i) bio-ossidazione, la fase caratterizzata da intensi processi di degradazione delle componenti organiche più facilmente degradabili; viene indicata anche come fase in cui si ha l'igienizzazione della massa
- ii) maturazione, durante la quale il prodotto si stabilizza arricchendosi di molecole umiche.

Il processo di compostaggio può riguardare matrici organiche di rifiuti prelezionati (quali la frazione organica recuperata dai rifiuti urbani mediante raccolta differenziata o dai residui organici delle attività agro-industriali) per la produzione di un ammendante compostato da impiegare in agricoltura o nelle attività di florovivaismo, noto come "Compost di qualità".



Emissioni odorose

Le emissioni odorose prodotte dagli impianti di trattamento di rifiuti urbani costituiscono uno dei fattori di maggior importanza nella valutazione dell'impatto sull'ambiente circostante ed assumono un aspetto più significativo nei processi di digestione anaerobiche. Tra le sostanze inorganiche più comuni troviamo ad esempio l'ammoniaca e l'acido solfidrico, mentre esempi importanti di sostanze organiche sono alcuni acidi organici volatili, composti aromatici, mercaptani e alchilsolfuri.

E' di fondamentale importanza quindi prevedere un continuo controllo ed un efficiente abbattimento che può essere realizzato attraverso una strategia integrata che deve assicurare le seguenti azioni:

- a) evitare stoccaggi prolungati, prevenire fenomeni di anaerobiosi nella biomassa;

- b) assicurare condizioni ottimali per il processo (ad esempio temperatura, umidità, tempi di residenza);
- c) ambienti completamente chiusi e in depressione, con aspirazione forzata, in tutti i reparti: ricevimento, stoccaggio, trattamento dei rifiuti;
- d) trattamento di tutta l'aria captata dagli impianti di aspirazione di tutti i reparti.

I metodi ormai più diffusi ed efficaci per la depurazione degli effluenti gassosi sono:

- a) l'assorbimento con soluzioni chimiche in torri di abbattimento o in scrubber;
- d) i metodi biologici (biolavaggio e biofiltrazione).

Nelle torri di lavaggio si può utilizzare acqua in ricircolo oppure soluzioni acquose di acidi, basi e ossidanti per migliorare i risultati ottenuti in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche delle sostanze da abbattere.

I metodi biologici prevedono l'utilizzo dei biofiltri attraverso i quali avviene una completa ossidazione per via metabolica delle sostanze inquinanti costituite da composti organici.

I biofiltri sono formati da un letto di materiale filtrante, collocato in una vasca impermeabilizzata, costituito generalmente da torba, cippato di legno, compost vegetale e miscele. Tale materiale è adagiato su un supporto a griglia attraverso il quale viene immessa l'aria da trattare.

L'azione viene svolta dalla flora batterica che si sviluppa nel filtro e che è in grado di metabolizzare la maggior parte dei composti naturali, organici e inorganici, attraverso reazioni biologiche (ossidazioni, riduzioni, idrolisi). I microrganismi impiegati sono solitamente composti da ceppi microbici già naturalmente presenti nel materiale utilizzato per i biofiltri (batteri, funghi, lieviti). Gli studi finora condotti hanno dimostrato la possibilità di degradare una grande varietà di sostanze:

- a) ammoniaca ed idrogeno solforato (composti inorganici);
- b) composti organici con zolfo (metil ed etilmercaptani), con azoto (metil, etilammine), composti carbonilici (aldeidi, chetoni) ed acidi grassi a catena corta caratterizzati da un odore particolarmente sgradevole (ad esempio acido propionico e acido butirrico);
- d) idrocarburi di varia natura: alifatici, aromatici, eterociclici;
- e) composti alifatici alogenati.

L'efficienza di abbattimento di questi inquinanti dipende principalmente dalle condizioni chimico-fisiche in cui si trovano i microrganismi e dal tempo di contatto per cui è importante un monitoraggio continuo per assicurare la giusta quantità di ossigeno disponibile, un adeguato valore della temperatura, del pH e dell'umidità. Parametri il cui controllo in continuo presenta grosse difficoltà.

Come abbiamo visto, i rifiuti organici indifferenziati, possono essere sottoposti a trattamento meccanico biologico per trasformarli in materiale inerte di scarsa utilità, oppure può essere utilizzato per la produzione di biogas e quindi per il recupero di energia mentre solo una buona raccolta differenziata può portare alla produzione di compost.

In tutti i casi il problema degli odori rappresenta un aspetto difficile da gestire e controllare come dimostrano le proteste delle popolazioni nelle zone in cui sono presenti gli impianti. In allegato sono riportate alcuni documenti a supporto.