

# Momento Técnico

## SUGERENCIAS DE LOS EXPERTOS



### Propiedades Texturales del Catalizador: Conceptos Fundamentales e Impactos

#### Raquel Macedo

Ingeniera de Servicios Técnicos  
FCCS.A.

Las propiedades texturales son características que se refieren a la estructura porosa del catalizador y desempeñan un papel crucial en su performance. En un catalizador de UFCC, estas propiedades provienen esencialmente de la **zeolita** - un sólido cristalino cuya red tridimensional le confiere canales y cavidades, y de la **matriz** - una estructura no cristalina que contribuye directa e indirectamente para las propiedades texturales.

Estas características están directamente conectadas a la capacidad de interacción con los reactivos, incluyendo la selectividad, la disponibilidad de los sitios activos y la facilidad de difusión de especies químicas dentro de la estructura, siendo, por lo tanto, determinantes para la actividad y eficiencia del catalizador. Las propiedades texturales son cuidadosamente controladas durante la fabricación del catalizador de UFCC para garantizar su desempeño ideal en la unidad de craqueo catalítico. De la misma forma, es primordial el seguimiento de esas características en el catalizador de equilibrio (ecat), con muestreo rutinario, para asegurarse que el catalizador está en su condición óptima.

Las principales propiedades texturales de un catalizador de UFCC incluyen el área específica, el volumen de microporos y el área de mesoporos. Esas propiedades son comúnmente determinadas por medio de la técnica de fisisorción de nitrógeno. El área específica es habitualmente estimada utilizando el método de Brunauer, Emmett y Teller (BET), mientras el volumen de microporos y el área de mesoporos son generalmente determinados utilizando la metodología T-plot. De este modo, es posible mapear de forma más detallada la arquitectura de poros del material.

A seguir se encuentra un resumen de las principales propiedades texturales del catalizador de UFCC:

**JUNIO**  
**2024**



## Área específica:

Sólidos porosos tienen una superficie total mucho mayor que su superficie externa, debido a la contribución de la pared de los poros. En el catalizador de UFCC, esa área superficial total proviene esencialmente de la zeolita y de la alumina. El área específica (AE) nada más es que la razón entre el área superficial y masa de catalizador.

Técnicamente, la AE representa el área total accesible a los gases adsorbentes (frecuentemente N<sub>2</sub>) por unidad de masa (conforme técnica de medición anteriormente citada). En la práctica, esa variable costumbre tener fuerte correlación con la actividad del catalizador, visto que una elevación en la AE tiende a aumentar la disponibilidad de los sitios activos. O sea, aumenta la probabilidad de contacto entre los hidrocarburos a ser craqueados y los sitios ácidos, resultando en una mayor eficiencia de la reacción.

En el conversor, el catalizador está sujeto a condiciones físico químicas adversas que comprometen sus propiedades, variando en intensidad dependiendo de la severidad. Condiciones hidrotérmicas extremas, por ejemplo, pueden destruir la estructura de la zeolita, reduciendo a lo largo del tiempo su área específica. A pesar del efecto hidrotérmico tener menos efecto

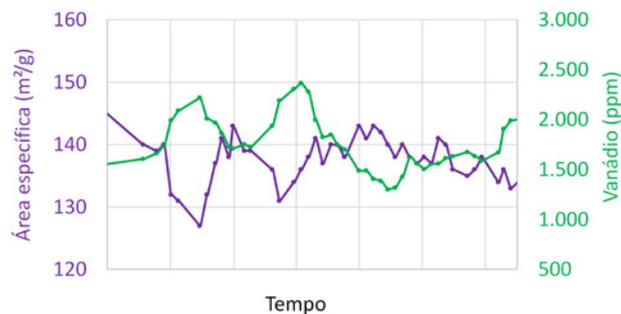
en el área específica de la matriz, esta es afectada por el colapso de los pequeños poros que se hacen poros mayores.

Otro efecto perjudicial se da por los metales pesados presentes en las fracciones residuales del petróleo. Al entrar en contacto con catalizador estos se depositan en las cavidades de la partícula, alterando sus propiedades.

Uno de los principales "villanos" entre los metales es el vanadio. En concentraciones elevadas en la carga y bajo condiciones de elevada temperatura y presencia de oxígeno, este metal tiende a formar un compuesto altamente móvil (V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) que destruye la estructura cristalina de la zeolita por sinterización, obstruyendo los sitios ácidos. Siendo así, su efecto como contaminante, es el de alterar tanto la selectividad como la actividad del catalizador.

Para mitigar los efectos de la desactivación del inventario, es esencial realizar una reposición apropiada de catalizador virgen, garantizando la mantención de niveles aceptables de actividad. A seguir hay un ejemplo de una unidad comercial que ilustra la correlación del tenor de contaminantes con la pérdida de área específica:

Gráfico 1- Ejemplo del efecto deletéreo del vanadio sobre el área específica del catalizador



Fuente: Banco de datos de FCC S.A.

## Volumen de Poros:

Además de las cavidades intra-cristalinas de la zeolita, la partícula de catalizador cuenta con lagunas internas de diversos tamaños entre sus componentes, que forman una serie extensa de canales interconectados. Esa cantidad de vacíos en la partícula es denominada volumen de poros.

El seguimiento del volumen de poros en el *ecat* puede proveer *insights* sobre el tipo de desactivación del catalizador que la unidad puede estar enfrentando. La desactivación hidrotérmica generalmente tiene poco efecto en el volumen de poros, al paso que la desactivación térmica tiende a reducirlo. Vale resaltar que la desactivación térmica es menos frecuente - ocurriendo en condiciones de temperaturas arriba de las normales de operación

del regenerador, como en inversión de flujo en la TV y uso continuo de *torch-oil*.

## Diámetro de Poros:

El diámetro del poro es la apertura bidimensional de las cavidades. Los poros deben garantizar que los reactivos puedan alcanzar los sitios activos y que los productos puedan ser removidos eficientemente. O sea, es esencial para la **difusión** adecuada dentro de la estructura catalítica. Además, la dimensión de los poros desempeña un papel crucial en la selectividad, pues el acceso de las moléculas a su interior está condicionado a su tamaño y forma. Por ejemplo, un diámetro pequeño de poro impide el acceso de moléculas con muchas ramificaciones a los centros activos internos.



Los diámetros de poros son clasificados de la siguiente forma:

→ **Microporos: < 2 nm (20 Å)**

Es el tamaño de poro encontrado solamente en la zeolita. El seguimiento del tenor de zeolita normalmente se da por el volumen de microporos (MiPV). Luego, variaciones que puedan venir a ocurrir en los resultados de MiPV están directamente relacionadas a las expectativas de conversión en la unidad.

→ **Mesoporos: 2 nm a 50 nm (20 Å a 500 Å)**

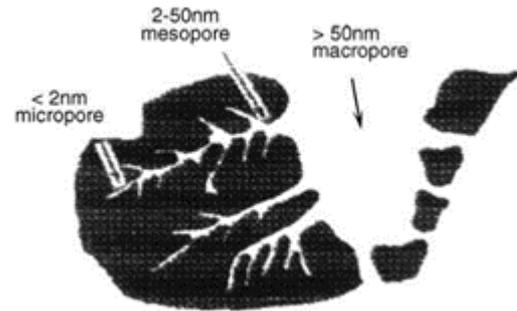
Están relacionados en casi su totalidad a la matriz activa existente en el catalizador. Los sitios catalíticos localizados en los mesoporos no son selectivos como los de la zeolita, pero son capaces de craquear moléculas mayores que no son capaces de entrar en los microporos. Por lo tanto, son los grandes responsables por la conversión de fondos. El seguimiento costumbre ser vía área de mesoporos (MSA).

→ **Macroporos: > 50 nm (500 Å)**

Permiten la penetración de las grandes moléculas existentes en la carga. Por la naturaleza del catalizador de UFCC, no es esperado una cantidad significativa de macroporos en su estructura.

La presencia de macro y mesoporos asegura la **accesibilidad** y un transporte eficiente de los reactivos y productos en los poros, durante una reacción catalítica, mientras los microporos conducen a la selectividad deseada. Siendo así, en conjunto, la zeolita y la matriz forman una combinación sinérgica que maximiza la eficiencia del catalizador de craqueo catalítico.

Figura 1- Ilustración de poros en una partícula



Fuente: Détermination expérimentale de la distribution de taille de pores d'un milieu poreux par l'injection d'un fluide à seuil ou analyse harmonique. Malvault, G. 2013.

## Consideraciones finales:

La competencia en proporcionar resultados analíticos confiables y seguimiento técnico especializado es crucial para asegurar decisiones sólidas y bien fundamentadas. En FCC S.A. el **Centro de Desempeño y Desarrollo (CDD)** es el responsable por esos y otros análisis laboratoriales avanzados, valiéndose de métodos de alta calidad y siguiendo los estándares más rigurosos del sector. Otro diferencial es **Core Services** – seguimiento técnico proporcionado por el equipo de ingenieros especializados de FCC S.A. con el objetivo de maximizar el desempeño de sus clientes.



## SU OPINIÓN ES MUY IMPORTANTE

HAGA CLICK

Evalúe y comente esta publicación accediendo nuestra página web

## Sobre la Empresa

Fábrica Carioca de Catalisadores S.A. es una empresa de tecnología de punta, con su oficina central en Río de Janeiro, formada por la unión de las empresas Petrobras S.A. y Ketjen. Única fabricante de catalisadores de craqueo catalítico y aditivos para el refinado de petróleo en el mercado sudamericano tiene como clientes consumidores las refinerías del Sistema Petrobras, así como refinerías de petróleo de países de la América del Sur.



FÁBRICA CARIOCA  
DE CATALISADORES

Para más informaciones, entre en contacto con el equipo de **Servicios Técnicos de FCC S.A.**

Rua Nelson da Silva, 663 - Distrito Industrial de Santa Cruz  
CEP: 23565-160 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil  
[www.fccsa.com.br](http://www.fccsa.com.br)